

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-157632

(43)Date of publication of application : 30.05.2003

(51)Int.Cl.

G11B 21/10

G11B 5/596

G11B 21/21

(21)Application number : 2002-215186

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 24.07.2002

(72)Inventor : TAKASO HIROSHI  
KUWAJIMA HIDEKI  
INAJI TOSHIO

(30)Priority

Priority number : 2001231435  
2001270162

Priority date : 31.07.2001  
06.09.2001

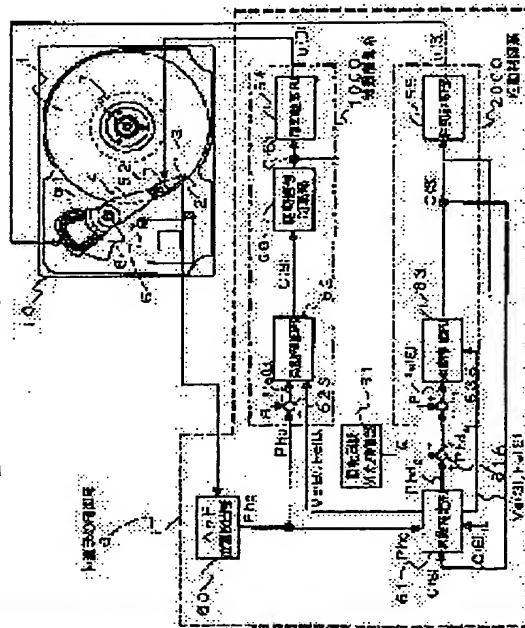
Priority country : JP  
JP

(54) HEAD POSITIONER, HEAD POSITIONING CONTROL METHOD, AND INFORMATION RECORDING AND REPRODUCING DEVICE

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To highly accurately position a head at a target track at high speed by compensating disturbance to disk rotation synchronism due to disk eccentricity, etc., while preventing a piezoelectric element constituting a fine actuator from short-circuiting owing to lead deposition as to a dual-stage actuator system.

**SOLUTION:** A head positioner is equipped with a positioning control part 6 for a coarse actuator 51 and the fine actuator 52, the fine actuator 52 being constituted by using the piezoelectric element, and equipped with a fine drive part 64 which drives the fine actuator 52. The head positioner is further equipped with a rotation synchronism disturbance compensation part 81 which compensates a position shift from the target track due to the disturbance to the disk rotation synchronism with a coarse control system 2000 and a driving signal limitation part 66 which limits the level of a fine control signal supplied from the fine control part 62 to the fine drive part 64 to below a threshold at which characteristic deterioration of the piezoelectric element is caused.







## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 情報記録ディスクに対してアクセスを行う記録／再生用のヘッドを粗動アクチュエータと微動アクチュエータとで位置制御する 2 ステージアクチュエータ方式で構成され、かつ、前記微動アクチュエータが圧電素子を利用して構成されているヘッド位置決め装置であって、

前記微動アクチュエータの規定の動作範囲以上の外乱による前記ヘッドの目標トラックからの位置ずれに対する補償を前記粗動アクチュエータの駆動において行うように構成してあるとともに、前記圧電素子利用の微動アクチュエータの駆動信号レベルを、電気化学反応による圧電素子の特性劣化が生じるしきい値以下に設定してあることを特徴とするヘッド位置決め装置。

【請求項 2】 情報記録ディスクに対してアクセスを行う記録／再生用のヘッドを 2 ステージアクチュエータ方式で位置決め制御する粗動アクチュエータおよび微動アクチュエータと、

前記粗動アクチュエータと微動アクチュエータを制御する位置決め制御部とを備え、

前記微動アクチュエータが圧電素子を利用して構成され、

前記位置決め制御部は、少なくとも前記粗動アクチュエータを駆動する粗動駆動部と、この粗動駆動部を制御する粗動制御部からなる粗動制御系、および、前記微動アクチュエータを駆動する微動駆動部と、この微動駆動部を制御する微動制御部からなる微動制御系を備えて構成されているヘッド位置決め装置であって、

前記微動アクチュエータの規定の動作範囲以上の外乱による前記ヘッドの目標トラックからの位置ずれに対する補償を前記粗動アクチュエータの駆動において行うように分離する位置誤差分離部と、

前記微動制御部から前記微動駆動部に対して与える微動制御信号のレベルを、電気化学反応による圧電素子の特性劣化が生じるしきい値以下に制限する駆動信号制限部とを備えていることを特徴とするヘッド位置決め装置。

【請求項 3】 情報記録ディスクに対してアクセスを行う記録／再生用のヘッドを粗動アクチュエータと微動アクチュエータとで位置制御する 2 ステージアクチュエータ方式で構成され、かつ、前記微動アクチュエータが圧電素子を利用して構成されているヘッド位置決め装置であって、

前記ディスクの回転同期外乱による前記ヘッドの目標トラックからの位置ずれに対する補償を前記粗動アクチュエータの駆動において行うように構成してあるとともに、前記圧電素子利用の微動アクチュエータの駆動信号のレベルを、電気化学反応による圧電素子の特性劣化が生じるしきい値以下に設定してあることを特徴とするヘッド位置決め装置。

【請求項 4】 情報記録ディスクに対してアクセスを行

う記録／再生用のヘッドを 2 ステージアクチュエータ方式で位置決め制御する粗動アクチュエータおよび微動アクチュエータと、

前記粗動アクチュエータと微動アクチュエータを制御する位置決め制御部とを備え、

前記微動アクチュエータが圧電素子を利用して構成され、

前記位置決め制御部は、少なくとも前記粗動アクチュエータを駆動する粗動駆動部と、この粗動駆動部を制御する粗動制御部からなる粗動制御系、および、前記微動アクチュエータを駆動する微動駆動部と、この微動駆動部を制御する微動制御部からなる微動制御系を備えて構成されているヘッド位置決め装置であって、

前記ディスクの回転同期外乱による前記ヘッドの目標トラックからの位置ずれを前記粗動制御系で補償する外乱補償部と、

前記微動制御部から前記微動駆動部に対して与える微動制御信号のレベルを、電気化学反応による圧電素子の特性劣化が生じるしきい値以下に制限する駆動信号制限部とを備えていることを特徴とするヘッド位置決め装置。

【請求項 5】 前記位置決め制御部は、トラック追従時に前記ディスクの回転同期外乱による前記ヘッドの目標トラックからの位置ずれを補償する外乱補償部と、

前記外乱補償部による補償量を前記粗動制御系と微動制御系に与える場合において、前記微動アクチュエータの駆動信号のレベルが前記しきい値以下で補償するように、前記外乱補償部による補償量に前記両制御系それぞれに重み付けを行った上で、それぞれの重み付け補償量を前記粗動制御系と前記微動制御系とに与える同期外乱補償調節部とを含む請求項 4 に記載のヘッド位置決め装置。

【請求項 6】 前記位置決め制御部は、摩擦などの定値外乱に対してヘッドを目標トラックに追従させるための定常偏差補償部と、

トラック追従時に前記微動制御部がしきい値を超える制御量を出力しないために前記両制御部の定常偏差補償部の出力に重み付けを行う定常偏差補償調節部とを含む請求項 4 に記載のヘッド位置決め装置。

【請求項 7】 前記粗動制御系は、低周波帯域に重みのある重み関数を前記制御量に乗じた量を、制御量として前記粗動アクチュエータに与える低周波フィルタを含んでいる一方、

前記微動制御系は、高周波帯域に重みのある重み関数を前記制御量に乗じた量を、制御量として前記微動アクチュエータに与える高周波フィルタを含んでいる請求項 4 に記載のヘッド位置決め装置。

【請求項 8】 前記微動アクチュエータにおける圧電素子は、鉛とジルコニアとチタンで構成される薄膜の PZT 素子である請求項 1 から請求項 7 までのいずれかに記



載のヘッド位置決め装置。

【請求項 9】 前記しきい値は、鉛の分解電圧範囲を含む状態で設定されている請求項 1 から請求項 8 までのいずれかに記載のヘッド位置決め装置。

【請求項 10】 前記しきい値は、水の分解電圧範囲を含み、かつ、前記圧電素子の電気抵抗値が  $1\text{ M}\Omega$  以上となる条件下で設定されている請求項 1 から請求項 8 までのいずれかに記載のヘッド位置決め装置。

【請求項 11】 前記しきい値は、水の分解電圧範囲を含み、かつ、前記微動アクチュエータに対する駆動信号の電圧レベル  $V$  と前記圧電素子内を流れる電流  $I$  との関係が  $V/I > 1.0^6 [\Omega]$  となる条件下で設定されている請求項 1 から請求項 8 までのいずれかに記載のヘッド位置決め装置。

【請求項 12】 前記しきい値は、水の分解電圧範囲を含み、かつ、前記微動アクチュエータに対する駆動信号の電圧レベル  $V$  と前記圧電素子の膜厚  $t$  との関係が  $V/t < 2 \times 10^7 [\text{V}/\text{m}]$  となる条件下で設定されている請求項 1 から請求項 8 までのいずれかに記載のヘッド位置決め装置。

【請求項 13】 前記しきい値は、温度  $85^\circ\text{C}$ 、湿度  $90\%$  の環境下で、 $500$  時間連続駆動したときに、前記圧電素子の電気抵抗値が  $1\text{ M}\Omega$  以上となる条件下で設定されている請求項 1 から請求項 12 までのいずれかに記載のヘッド位置決め装置。

【請求項 14】 前記微動制御系は、前記微動アクチュエータによる補償量がゼロの場合には、前記圧電素子に加える電圧がゼロまたは前記しきい値の  $1/2$  で一定値のオフセット電圧を出力し、前記補償量がゼロ以外の場合には、その補償量の値に応じた正負の電圧を前記オフセット電圧に加えて制御駆動する請求項 1 から請求項 13 までのいずれかに記載のヘッド位置決め装置。

【請求項 15】 前記微動アクチュエータの駆動信号におけるオフセット電圧は、水の分解電圧以下（ゼロを含む）であることを特徴とする請求項 14 に記載のヘッド位置決め装置。

【請求項 16】 ヘッドにより再生されるディスク上のサーボ情報からのヘッド位置データと前記ヘッドを目標位置に位置決めするための目標位置データとの位置誤差を位置誤差データとするステップと、

前記位置誤差データに基づいて前記ヘッドの微動アクチュエータの変位量を制御する微動制御データを生成するステップと、

前記微動制御データに基づく信号を微動駆動信号とし前記微動アクチュエータに出力するステップと、

前記ヘッドの粗動アクチュエータまたは前記微動アクチュエータの変位量に対応した相対変位データを入力するステップと、

前記相対変位データに基づいて前記粗動アクチュエータの変位量を制御する粗動制御データを生成するステップ

と、

前記粗動制御データに基づいた信号を粗動駆動信号として前記粗動駆動アクチュエータに出力するステップとを含むヘッド位置決め制御方法において、

さらに、前記微動制御データに基づく信号を前記微動アクチュエータに出力するに当たって、前記微動アクチュエータの特性が変化するしきい値で前記微動制御データを制限した実微動制御データを生成し、この実微動制御データを前記微動制御データに置き換えて出力するステップと、

ディスク回転同期外乱による位置誤差に基づいた同期外乱位置誤差データを前記相対変位データに加算した結果を補正相対変位データとして生成するステップと、

前記補正相対変位データに基づいて前記粗動アクチュエータの変位量を制御する粗動制御データを生成するステップとを含んでいることを特徴とするヘッド位置決め制御方法。

【請求項 17】 請求項 16 に記載のヘッド位置決め制御方法において、さらに、

20 ディスク回転同期外乱による位置誤差に基づいた同期外乱位置誤差データを生成するステップと、

前記補正相対変位データの生成に代えて、前記同期外乱位置誤差データに基づいて前記粗動アクチュエータの変位量を制御する同期外乱粗動制御データを生成するステップと、

前記同期外乱粗動制御データを前記粗動制御データに加算した結果を補正粗動制御データとして生成するステップと、

30 前記補正粗動制御データに基づいた粗動駆動信号として前記粗動アクチュエータに出力するステップとを含んでいることを特徴とするヘッド位置決め制御方法。

【請求項 18】 請求項 16 に記載のヘッド位置決め制御方法において、さらに、

ディスク回転同期外乱による位置誤差に基づいた同期位置誤差補正データを微動制御系と粗動制御系とに重みを付けて配分して同期外乱微動位置誤差データと同期外乱粗動位置誤差データとを生成するステップと、前記同期外乱微動位置誤差データを前記位置誤差データに加算した結果を補正位置誤差データとするステップと、

40 前記同期外乱粗動位置誤差データを前記相対変位データに加算した結果を補正相対変位データとするステップとを含んでいることを特徴とするヘッド位置決め制御方法。

【請求項 19】 請求項 17 に記載のヘッド位置決め制御方法において、さらに、

ディスク回転同期外乱による位置誤差に基づいた同期外乱制御データを微動制御系と粗動制御系とに重みを付けて配分して同期外乱微動制御データと同期外乱粗動制御データとを生成するステップと、

50 前記同期外乱微動制御データを前記微動制御データに加

算した結果を補正微動制御データとして出力するステップと、

前記同期外乱粗動制御データを前記粗動制御データに加算した結果を補正粗動制御データとして出力するステップとを含んでいることを特徴とするヘッド位置決め制御方法。

【請求項 20】 請求項 16 または請求項 18 に記載のヘッド位置決め制御方法において、さらに、

前記微動制御データに高周波領域のみを通過させる高周波フィルタ処理をかけて前記微動アクチュエータに出力するステップと、

前記粗動制御データに低周波領域のみを通過させる低周波フィルタ処理をかけて前記粗動アクチュエータに出力するステップとを含んでいることを特徴とするヘッド位置決め制御方法。

【請求項 21】 請求項 16 から請求項 19 までのいずれかに記載のヘッド位置決め制御方法において、さらに、

前記微動制御データの微動定常偏差補償データと前記粗動制御データの粗動定常偏差補償データとを入力信号として、微動制御系と粗動制御系とに重みを付けて配分して微動定常偏差補償データと粗動定常偏差補償データとを生成するステップと、

前記微動制御データに前記微動定常偏差補償データを加算して補正微動制御データを生成して出力するステップと、

前記粗動制御データに前記粗動定常偏差補償データを加算して補正粗動制御データを生成して出力するステップとを含んでいることを特徴とするヘッド位置決め制御方法。

【請求項 22】 請求項 16 から請求項 21 までのいずれかに記載のヘッド位置決め制御方法を実行させるようにプログラミングしてあることを特徴とするヘッド位置決め制御プログラム。

【請求項 23】 請求項 22 に記載のヘッド位置決め制御プログラムを具備していることを特徴とする情報記録再生装置。

【請求項 24】 同軸状の複数の情報記録ディスクに対してそれぞれアクセスを行う記録／再生用の複数のヘッドと、

前記各ヘッドを微小変位させる複数の微動アクチュエータと、

前記各微動アクチュエータを支持する複数のヘッド支持機構と、

前記複数のヘッド支持機構を一括駆動する粗動アクチュエータとを含み、

前記各ヘッドが前記ディスクから読み取ったヘッド位置信号に基づいて対応する各ヘッドが目標トラックに追従するように各微動アクチュエータを制御するように構成するとともに、

前記各微動アクチュエータの相対変位値のうちの中央値を選択し、選択した中央値に基づいて粗動アクチュエータを制御するように構成してあることを特徴とするヘッド位置決め装置。

【請求項 25】 前記各微動アクチュエータの変位、および前記粗動アクチュエータによる前記各ヘッド支持機構の移動を制御する制御部を具備し、

前記制御部は、

前記各ヘッド毎に再生される前記ディスク上のサーボ情報に含まれるヘッド位置信号と前記各ヘッドの目標位置信号との差分をヘッド位置誤差信号とし、前記ヘッド位置誤差信号に基づいて前記各微動アクチュエータを制御し、前記各ヘッド毎の位置決め制御を行う複数の微動位置決め制御部と、

前記各微動アクチュエータからの複数の相対変位信号のうちの中央に位置する前記相対変位信号を中央値信号として選択する中央値選択部と、

前記選択した中央値信号に基づいて前記粗動アクチュエータによる前記ヘッド支持機構の一括した移動を制御する粗動制御系とを含むことを特徴とする請求項 24 に記載のヘッド位置決め装置。

【請求項 26】 前記中央値選択部は、前記各微動アクチュエータからの複数の相対変位信号のうち前記ヘッドに対するアクセス指令信号がアクティブとなっている相対変位信号を前記中央値選択の候補として選択し、前記候補として選択した複数の相対変位信号のうちの中央に位置する前記相対変位信号を前記中央値信号として選択する請求項 25 に記載のヘッド位置決め装置。

【請求項 27】 前記微動位置決め制御部は、前記ヘッドに対するアクセス指令信号がアクティブのときに、前記各ヘッド毎に再生される前記ディスク上のサーボ情報に含まれるトラック位置信号とバースト復調信号との組み合わせで前記ヘッドの位置決め制御を行い、前記アクセス指令信号がインアクティブのときに、前記トラック位置信号を除外し前記バースト復調信号で前記ヘッドの位置決め制御を行う請求項 25 に記載のヘッド位置決め装置。

【請求項 28】 前記中央値選択部は、前記各微動アクチュエータからの複数の相対変位信号のうち前記ヘッドに対するアクセス指令信号がアクティブとなっている相対変位信号を前記中央値選択の候補として選択し、前記候補として選択した複数の相対変位信号のうちの中央に位置する前記相対変位信号を前記中央値信号として選択し、

かつ、前記微動位置決め制御部は、前記ヘッドに対するアクセス指令信号がアクティブのときに、前記各ヘッド毎に再生される前記ディスク上のサーボ情報に含まれるトラック位置信号とバースト復調信号との組み合わせで前記ヘッドの位置決め制御を行い、前記アクセス指令信号がインアクティブのときに、前記トラック位置信号を

除外し前記バースト復調信号で前記ヘッドの位置決め制御を行う請求項 25 に記載のヘッド位置決め装置。

【請求項 29】 前記中央値信号を選択するための前記各相対変位信号の数が偶数の場合は、2 つある前記中央値信号のうち前記相対変位信号が小さい方の前記相対変位信号を前記中央値信号として選択する請求項 25 に記載のヘッド位置決め装置。

【請求項 30】 前記相対変位信号は、前記各微動アクチュエータをモデル化した推定器により生成される信号である請求項 25 に記載のヘッド位置決め装置。

【請求項 31】 前記制御部は、前記各微動アクチュエータおよび前記粗動アクチュエータを制御可能なマイクロプロセッサと、  
前記マイクロプロセッサを動作させるためのプログラムを格納するメモリと、  
前記マイクロプロセッサを動作させるための前記プログラムとを備え、  
前記プログラムは、前記マイクロプロセッサが前記プログラムを読み取って実行することにより前記ヘッド位置決め制御機能を実現させるヘッド位置決め制御プログラムを含むことを特徴とする請求項 25 に記載のヘッド位置決め装置。

【請求項 32】 前記ヘッド位置決め制御プログラムは、  
前記各ヘッド毎に再生される前記ディスク上のサーボ情報に含まれるヘッド位置データと前記各ヘッドの目標位置データとの差分をヘッド位置誤差データとし、前記ヘッド位置誤差データに基づいて前記各微動アクチュエータを制御し、前記各ヘッド毎の位置決め制御を行う複数の微動位置決め制御手段と、  
前記各微動アクチュエータからの複数の相対変位データのうちの中央に位置する前記相対変位データを中央値データとして選択する中央値選択手段と、  
前記選択した中央値データに基づいて前記粗動アクチュエータによる前記ヘッド支持機構の一括した移動を制御する粗動制御系手段とを含む請求項 31 に記載のヘッド位置決め装置。

【請求項 33】 前記中央値選択手段は、前記各微動アクチュエータからの複数の相対変位データのうち前記ヘッドに対するアクセス指令データがアクティブとなっている相対変位データを前記中央値データの候補として選択し、前記候補として選択した複数の相対変位データのうちの中央に位置する前記相対変位データを前記中央値データとして選択する請求項 32 に記載のヘッド位置決め装置。

【請求項 34】 前記微動位置決め制御手段は、前記ヘッドに対するアクセス指令データがアクティブのときに、前記各ヘッド毎に再生される前記ディスク上のサーボ情報に含まれるトラック位置信号とバースト復調信号との組み合わせで前記ヘッドの位置決め制御を行い、前

記アクセス指令データがインアクティブのときに、前記トラック位置信号を除外し前記バースト復調信号で前記ヘッドの位置決め制御を行う請求項 32 に記載のヘッド位置決め装置。

【請求項 35】 前記中央値選択手段は、前記各微動アクチュエータからの複数の相対変位データのうち前記ヘッドに対するアクセス指令データがアクティブとなっている相対変位データを前記中央値選択の候補として選択し、前記候補として選択した複数の相対変位データのうちの中央に位置する前記相対変位データを前記中央値データとして選択し、

かつ、前記微動位置決め制御手段は、前記ヘッドに対するアクセス指令データがアクティブのときに、前記各ヘッド毎に再生される前記ディスク上のサーボ情報に含まれるトラック位置信号とバースト復調信号との組み合わせで前記ヘッドの位置決め制御を行い、前記アクセス指令データがインアクティブのときに、前記トラック位置信号を除外し前記バースト復調信号で前記ヘッドの位置決め制御を行う請求項 32 に記載のヘッド位置決め装置。

【請求項 36】 前記中央値データを選択するための前記各相対変位データの数が偶数の場合は、2 つある前記中央値データのうち前記相対変位データが小さい方の前記相対変位データを前記中央値データとして選択する請求項 31 に記載のヘッド位置決め装置。

【請求項 37】 前記相対変位データは、前記各微動アクチュエータをモデル化した推定手段により生成されるデータである請求項 31 に記載のヘッド位置決め装置。

【請求項 38】 同軸状に配置された複数の情報記録ディスクに情報の記録再生を行う情報記録再生装置において、

前記ディスクのそれぞれの記録再生面に対して配置され、前記ディスクと前記情報の伝達を行うヘッドを搭載し、制御量に応じて変位することにより前記ヘッドの微細な位置決めを行う複数の微動アクチュエータと、  
前記各微動アクチュエータを搭載したヘッド支持機構を一括して移動させ、前記各ヘッドの粗い位置決めを行う粗動アクチュエータと、

前記各微動アクチュエータの変位および前記粗動アクチュエータによる前記各ヘッドの移動を制御する制御部とを具備したヘッド位置決め装置を制御するプログラムであって、

前記制御部を、  
前記各ヘッド毎に再生された前記ディスク上のサーボ情報からのヘッド位置データと、前記各ヘッドをそれぞれの目標位置に位置決めするための目標位置データとの差分をヘッド位置誤差データとして、前記ヘッド位置誤差データに基づいて前記微動アクチュエータの変位をそれぞれ制御することで、前記各ヘッド毎の位置決め制御を行う複数の微動制御手段、

前記各微動アクチュエータの変位の量である変位量に対応したデータを相対変位データとしてそれぞれ検出し、検出した前記各相対変位データの大きさを比較し、大きさの順に順位付けをしたとき、その順位が中央に位置する前記相対変位データを中央値データとして選択する中央値選択手段、

前記中央値データとして選択した前記相対変位データに基づいて、前記粗動アクチュエータによる前記ヘッド支持機構の一括した移動を制御することで、前記各ヘッドの一括した位置決め制御を行う粗動制御手段、として機能させるためのヘッド位置決め制御プログラム。

【請求項 39】 前記相対変位データは、前記各微動アクチュエータをモデル化した推定手段により生成されたデータであることを特徴とする請求項 38 に記載のヘッド位置決め制御プログラム。

【請求項 40】 前記中央値選択手段は、情報の記録または再生を行う目標トラックに前記ヘッドをアクセス中か否かを前記各ヘッド毎に示す、それぞれのアクセス指令データを入力し、前記アクセス指令データに応じて、前記目標トラックにアクセス中である前記ヘッドを搭載した前記微動アクチュエータの相対変位データを選択し、選択した前記各相対変位データの中から前記中央値データとする前記相対変位データを選択することを特徴とする請求項 38 または請求項 39 に記載のヘッド位置決め制御プログラム。

【請求項 41】 前記微動制御手段は、前記アクセス指令データを入力し、前記アクセス指令データに応じて、アクセス中でない前記ヘッドを搭載した前記微動アクチュエータに対しては、前記サーボ情報からのトラック範囲内の位置情報を示すバースト復調信号からのみ検出された位置誤差データに基づいて、それぞれのアクセス中でない前記ヘッドを搭載した前記微動アクチュエータの変位を制御し、前記中央値選択手段は、情報の記録または再生を行う目標トラックに、前記ヘッドをアクセス中か否かを前記各ヘッド毎に示す、それぞれのアクセス指令データを入力し、前記各アクセス指令データに応じて、前記目標トラックにアクセス中である前記ヘッドを搭載した前記微動アクチュエータの相対変位データを選択し、選択した前記各相対変位データの中から前記中央値データとする前記相対変位データを選択することを特徴とする請求項 38 または請求項 39 に記載のヘッド位置決め制御プログラム。

【請求項 42】 前記中央値データを選択するための前記各相対変位データの数が偶数の場合は、2 つある前記中央値データのうち前記相対変位データの大きさが小さい方の前記相対変位データを前記中央値データとして選択することを特徴とする請求項 38 から請求項 41 まで

のいずれかに記載のヘッド位置決め制御プログラム。

【請求項 43】 請求項 38 から請求項 42 までのいずれか 1 項に記載のヘッド位置決め制御プログラムを記録した領域を有する機械読み取り可能な記録媒体。

【請求項 44】 請求項 24 から請求項 37 までのいずれか 1 項に記載のヘッド位置決め装置を具備している情報記録再生装置。

【請求項 45】 請求項 38 から請求項 42 までのいずれか 1 項に記載のヘッド位置決め制御プログラムを具備している情報記録再生装置。

【請求項 46】 請求項 43 に記載の記録媒体を具備している情報記録再生装置。

【請求項 47】 回転自在な情報記録ディスクと、前記ディスクに対してアクセスを行う記録／再生用のヘッドと、前記ヘッドを微小変位させる微動アクチュエータと、前記微動アクチュエータを支持するヘッド支持機構と、前記ヘッド支持機構を駆動する粗動アクチュエータと、前記ヘッドを前記粗動アクチュエータと微動アクチュエータとの 2 ステージアクチュエータ方式で位置制御する位置決め制御部とを備え、かつ、前記微動アクチュエータが圧電素子を利用して構成されている情報記録再生装置であって、前記圧電素子利用の微動アクチュエータの駆動信号のレベルを、電気化学反応による圧電素子の特性劣化が生じるしきい値以下に設定してあることを特徴とする情報記録再生装置。

【請求項 48】 回転自在な情報記録ディスクと、前記ディスクに対してアクセスを行う記録／再生用のヘッドと、前記ヘッドを微小変位させる微動アクチュエータと、前記微動アクチュエータを支持するヘッド支持機構と、前記ヘッド支持機構を駆動する粗動アクチュエータと、前記ヘッドを前記粗動アクチュエータと微動アクチュエータとの 2 ステージアクチュエータ方式で位置制御する位置決め制御部とを備え、前記微動アクチュエータが圧電素子を利用して構成され、前記位置決め制御部は、少なくとも前記粗動アクチュエータを駆動する粗動駆動部と、この粗動駆動部を制御する粗動制御部からなる粗動制御系、および、前記微動アクチュエータを駆動する微動駆動部と、この微動駆動部を制御する微動制御部からなる微動制御系を備えて構成されている情報記録再生装置であって、前記微動制御部から前記微動駆動部に対して与える微動制御信号のレベルを、電気化学反応による圧電素子の特性劣化が生じるしきい値以下に制限する駆動信号制限部を備えていることを特徴とする情報記録再生装置。

【請求項 49】 回転自在な情報記録ディスクと、前記ディスクに対してアクセスを行う記録／再生用のヘ



ッドと、  
前記ヘッドを微小変位させる微動アクチュエータと、  
前記微動アクチュエータを支持するヘッド支持機構と、  
前記ヘッド支持機構を駆動する粗動アクチュエータと、  
前記ヘッドを前記粗動アクチュエータと微動アクチュエータとの2ステージアクチュエータ方式で位置制御する位置決め制御部とを備え、  
かつ、前記微動アクチュエータが圧電素子を利用して構成されている情報記録再生装置であって、  
前記微動アクチュエータの規定の動作範囲以上の外乱による前記ヘッドの目標トラックからの位置ずれに対する補償を前記粗動アクチュエータの駆動において行うように構成してあるとともに、前記圧電素子利用の微動アクチュエータの駆動信号レベルを、電気化学反応による圧電素子の特性劣化が生じるしきい値以下に設定してあることを特徴とする情報記録再生装置。

【請求項50】 回転自在な情報記録ディスクと、  
前記ディスクに対してアクセスを行う記録／再生用のヘッドと、  
前記ヘッドを微小変位させる微動アクチュエータと、  
前記微動アクチュエータを支持するヘッド支持機構と、  
前記ヘッド支持機構を駆動する粗動アクチュエータと、  
前記ヘッドを前記粗動アクチュエータと微動アクチュエータとの2ステージアクチュエータ方式で位置制御する位置決め制御部とを備え、  
前記微動アクチュエータが圧電素子を利用して構成され、  
前記位置決め制御部は、少なくとも前記粗動アクチュエータを駆動する粗動駆動部と、この粗動駆動部を制御する粗動制御部からなる粗動制御系、および、前記微動アクチュエータを駆動する微動駆動部と、この微動駆動部を制御する微動制御部からなる微動制御系を備えて構成されている情報記録再生装置であって、  
前記微動アクチュエータの規定の動作範囲以上の外乱による前記ヘッドの目標トラックからの位置ずれに対する補償を前記粗動アクチュエータの駆動において行うように分離する位置誤差分離部と、  
前記微動制御部から前記微動駆動部に対して与える微動制御信号のレベルを、電気化学反応による圧電素子の特性劣化が生じるしきい値以下に制限する駆動信号制限部とを備えていることを特徴とする情報記録再生装置。

【請求項51】 回転自在な情報記録ディスクと、  
前記ディスクに対してアクセスを行う記録／再生用のヘッドと、  
前記ヘッドを微小変位させる微動アクチュエータと、  
前記微動アクチュエータを支持するヘッド支持機構と、  
前記ヘッド支持機構を駆動する粗動アクチュエータと、  
前記ヘッドを前記粗動アクチュエータと微動アクチュエータとの2ステージアクチュエータ方式で位置制御する位置決め制御部とを備え、

かつ、前記微動アクチュエータが圧電素子を利用して構成されている情報記録再生装置であって、  
前記ディスクの回転同期外乱による前記ヘッドの目標トラックからの位置ずれに対する補償を前記粗動アクチュエータの駆動において行うように構成してあるとともに、前記圧電素子利用の微動アクチュエータの駆動信号のレベルを、電気化学反応による圧電素子の特性劣化が生じるしきい値以下に設定してあることを特徴とする情報記録再生装置。

【請求項52】 回転自在な情報記録ディスクと、  
前記ディスクに対してアクセスを行う記録／再生用のヘッドと、  
前記ヘッドを微小変位させる微動アクチュエータと、  
前記微動アクチュエータを支持するヘッド支持機構と、  
前記ヘッド支持機構を駆動する粗動アクチュエータと、  
前記ヘッドを前記粗動アクチュエータと微動アクチュエータとの2ステージアクチュエータ方式で位置制御する位置決め制御部とを備え、  
かつ、前記微動アクチュエータが圧電素子を利用して構成され、  
前記位置決め制御部は、少なくとも前記粗動アクチュエータを駆動する粗動駆動部と、この粗動駆動部を制御する粗動制御部からなる粗動制御系、および、前記微動アクチュエータを駆動する微動駆動部と、この微動駆動部を制御する微動制御部からなる微動制御系を備えて構成されている情報記録再生装置であって、  
前記ディスクの回転同期外乱による前記ヘッドの目標トラックからの位置ずれを前記粗動制御系で補償する外乱補償部と、  
前記微動制御部から前記微動駆動部に対して与える微動制御信号のレベルを、電気化学反応による圧電素子の特性劣化が生じるしきい値以下に制限する駆動信号制限部とを備えていることを特徴とする情報記録再生装置。

【請求項53】 前記位置決め制御部は、  
トラック追従時に前記ディスクの回転同期外乱による前記ヘッドの目標トラックからの位置ずれを補償する外乱補償部と、  
前記外乱補償部による補償量を前記粗動制御系と微動制御系に与える場合において、前記微動アクチュエータの駆動信号のレベルが前記しきい値以下で補償するように、前記外乱補償部による補償量に前記両制御系それぞれに重み付けを行った上で、それぞれの重み付け補償量を前記粗動制御系と前記微動制御系とに与える同期外乱補償調節部を含む請求項52に記載の情報記録再生装置。

【請求項54】 前記位置決め制御部は、  
摩擦などの定値外乱に対してヘッドを目標トラックに追従させるための定常偏差補償部と、  
トラック追従時に前記微動制御部がしきい値を超える制御量を出力しないために前記両制御部の定常偏差補償部

の出力に重み付けを行う定常偏差補償調節部とを含む請求項52に記載の情報記録再生装置。

【請求項55】 前記粗動制御系は、低周波帯域に重みのある重み関数を前記制御量に乗じた量を、制御量として前記粗動アクチュエータに与える低周波フィルタを含んでいる一方、前記微動制御系は、高周波帯域に重みのある重み関数を前記制御量に乗じた量を、制御量として前記微動アクチュエータに与える高周波フィルタを含んでいる請求項52に記載の情報記録再生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、2ステージアクチュエータ方式のヘッド位置決め装置に関する。情報記録ディスクに対してアクセスを行う記録／再生用のヘッドを、粗動アクチュエータと微動アクチュエータとの協働によって位置制御するのが2ステージアクチュエータ方式である。本発明は、2ステージアクチュエータ方式において微動アクチュエータが圧電素子を利用して構成されているヘッド位置決め装置に関する。

【0002】本発明が対象とするヘッド位置決め装置は、主として磁気ディスク装置に搭載されるものを好ましい形態とするが、必ずしもそのみに限定する必要性はなく、光磁気ディスク装置、光ディスク装置など他の形式の情報記録再生装置に適用してもよきものである。

【0003】また、本発明は、磁気ディスク装置を代表とする情報記録再生装置にも関する。

【0004】

【従来の技術】ハードディスクなどの情報記録ディスクに対して記録／再生用のヘッドを高速高精度に位置決めするための装置として、粗動アクチュエータと微動アクチュエータからなる2ステージアクチュエータ方式のヘッド位置決め装置がある（例えば、特開平10-255418号公報）。微動アクチュエータはマイクロアクチュエータ（MA）とも呼称され、また、2ステージアクチュエータはピギーバックアクチュエータとも呼称されている。そして、微動アクチュエータには圧電素子（PZT素子）が利用されることが多い。

【0005】粗動アクチュエータとしては通常、ボイスコイルモータ（VCM）が用いられる。粗動アクチュエータは、シーク動作やトラック複数分のジャンプなどの大移動のために使用されるもので、ヘッドを搭載しているヘッド支持機構をシャーシ上の軸を中心にして回転させる。微動アクチュエータは、トラック追従や1トラックジャンプなどの高速で微小な位置決めのために使用されるもので、粗動アクチュエータとヘッドスライダとの間に圧電素子を介在させて構成している。微動アクチュエータである圧電素子に対する印加電圧の制御によって、ヘッドの変位量を調整する。印加電圧が大きいほど変位の応力が大きく、応答性がより速いヘッドの位置決

めが可能である。

【0006】2ステージアクチュエータを用いて高速高精度位置決めを行うように構成された従来の制御方式を従来例として以下に示す。

【0007】（従来例1）図41は、特開2001-6305号公報に記載された磁気ディスク装置の概略図である。

【0008】ヘッド移動機構F1の微動部から供給される位置誤差信号に基づいて、微動部を位置決めするための制御信号を出力データとして出力する微動コントローラF24と、出力データを微動アクチュエータの可動範囲に対応した制限内になるように飽和处理するリミッタF26と、リミッタF26の出力データと微動コントローラF24からの出力データとの差に基づいて、出力データを補正するためのデータを生成する減算器F27と乗算器F28とを備えている。

【0009】すなわち、2段アクチュエータとリミッタを使用することによって、磁気ヘッドの高精度位置決めを実現している。

【0010】（従来例2）図42は、特開平9-35225号公報に記載された磁気ディスク装置の概略図である。

【0011】位置信号の回転同期成分の補正データを作成してディスクのサーボ領域に記録し、サーボ領域に記録された補正データを読み出して位置誤差信号を補正し、補正された位置誤差信号に基づいて閉ループ制御によりヘッドを特定のトラックに位置づける。転写型STW（サーボトラックライト）方式の装置については、あらかじめ記録されている位置信号のうねりを補正することにより、新たなサーボパターンの位置精度を向上させている。この場合、粗動アクチュエータのみを使用して回転同期外乱を補償することによって、磁気ヘッドの高精度位置決めを実現している。

【0012】（従来例3）図43は、特開平11-232810号公報に記載された磁気ディスク装置の概略図である。

【0013】偏心量測定器G36はヘッドが通過するセクタ毎に測定され、位置誤差信号 $q$ のX成分 $q \cos$

(N)およびY成分 $q \sin$ (N)をディスク1回転にわたって総計し、それぞれの総計値を算出する。総計値に基づいて、偏心補正値計算器G34は、 $u(N) = A \cos(N) + B \sin(N)$ の波形を設定する。この波形はディスク上の記録シリンダに対するヘッド軌跡偏心円の記録シリンダ半径方向ズレ量を示すことから、この波形に基づいて記録シリンダ半径方向に駆動されるヘッドは記録シリンダに沿って軌跡を描くことになり、このズレ量を用いてヘッドに対してフィードバック制御を実施し、ヘッドを記録シリンダに追従させている。

【0014】この場合、粗動アクチュエータのみを使用して回転同期外乱を補償することによって、磁気ヘッド

の高精度位置決めを実現している。

【0015】圧電素子は、圧電効果と逆圧電効果の両機能を併せ持っている。すなわち、制御量としての制御電圧によるひずみを利用した微小な変位による位置制御と同時に、変位により発生する電圧を利用して微小な変位量を検出電圧として検出することができる。このため、この両機能を利用したセルフセンシングアクチュエータと呼ばれるアクチュエータ制御手法も提案されている

(例えば、日本機械学会論文集 64 巻 624 号、2931~2937 (1998-8)「仮想ブリッジ回路に基づくセルフセンシング・アクチュエータを用いたはりの軌跡制御」参照)。

【0016】また、粗動アクチュエータで駆動されるヘッド支持機構上に、さらに微動アクチュエータとして圧電素子を搭載し、圧電素子の圧電効果と逆圧電効果の両機能を利用して高速高精度な位置決め制御が可能な二重アクチュエータ制御手法も提案されている(例えば、特開昭 60-35383 号公報)。

【0017】ところで、情報記録の大容量化を図るために、複数の情報記録ディスクを同軸状に配列し、各ディスクに対して微動アクチュエータおよびヘッドを配置し、各微動アクチュエータを取り付けた複数のヘッド支持機構を一括して粗動アクチュエータで移動させる方式がある。複数のディスクに対して個別にアクセスを行う複数のヘッドと、前記各ヘッドを微小変位させる複数の微動アクチュエータと、前記各微動アクチュエータを支持する複数のヘッド支持機構と、前記複数のヘッド支持機構を一括駆動する粗動アクチュエータとを備える。粗動アクチュエータの制御については、これまでは、次のような方式が一般的なものとしてされている。

【0018】複数の微動アクチュエータの相対変位信号に対して重み付け加算を行い、その重み付け加算信号がゼロに収束するように粗動アクチュエータを制御する。相対変位信号の重み付けは、複数のヘッドについてあらかじめ決められた重要度に従う。その重要度は、代表的にはアクセス順位である。例えば、最上位のディスクに対するヘッドを優先度 1 位として最も大きい重み付けを行う。以下、図 39 および図 40 を用いて説明する。

【0019】図示しない複数のディスクに対して各ヘッド 2 の位置決め制御を行う複数の微動アクチュエータ 52 がそれぞれヘッド支持機構 4 に設けられ、複数のヘッド支持機構 4 は共通の回転体 11 に取り付けられ、回転体 11 は回転軸 8 に軸支された上で粗動アクチュエータ 51 によって回転駆動される。ヘッド 2 がディスクから読み取ったサーボ情報  $s_a$  が微動制御部 190 に入力される。微動制御部 190 は、入力したサーボ情報  $s_a$  に含まれるヘッド位置信号を検出し、目標位置信号  $R$  とヘッド位置信号との差分をとって位置誤差信号を生成する。さらに、所要の処理を経て微動駆動信号  $u(B)$  を生成し、微動アクチュエータ 52 に出力する。微動アクチ

ュエータ 52 は、微動駆動信号  $u(B)$  によって駆動制御され、ヘッド 2 の微小な位置決め制御を行う。このヘッド 2 の制御は、複数のヘッドにつき互いに独立して行われる。

【0020】微動アクチュエータ 52 に圧電素子を利用すると、ヘッド 2 の変位量の検出が容易である。圧電素子は圧電効果と逆圧電効果を併せ持つ。電圧印加によるひずみを利用する微小変位での位置制御と同時に、変位により発生する電圧を利用して微小な変位量を検出電圧として検出できる。各微動アクチュエータ 52 の変位量を示す相対変位信号  $x(1) \sim x(N)$  が各重み付け回路 193 に入力され、個別的に重み付けされ、処理回路 192 に供給される。処理回路 192 では相対変位信号  $x(1) \sim x(N)$  に重み付けを行った信号を加算し、重み付け加算信号  $x_c$  として粗動制御部 191 に出力する。粗動制御部 191 は、入力した加算信号  $x_c$  に対して所定の処理を施して粗動駆動信号  $u(S)$  を生成し、粗動アクチュエータ 51 に出力する。粗動アクチュエータ 51 は、粗動駆動信号  $u(S)$  に基づいて回転体 11 を回転駆動し、複数のヘッド支持機構 4 を一括的に移動させる。粗動制御部 191 による制御は、重み付け加算信号  $x_c$  の値が最小になるような制御である。これと並行して、上記の各微動アクチュエータ 52 による各ヘッド 2 の個別制御が行われる。微動制御部 190 による制御は前記の位置誤差信号の値がゼロに最接近するような制御である。

【0021】上記において、複数の重み付け回路 193 での相対変位信号  $x(1) \sim x(N)$  に対する重み付けは、複数のヘッド 2 についてあらかじめ決められた重要度に従ったものである。その重要度は、代表的にはアクセス順位である。例えば、最上位のディスクに対するヘッド 2 を優先度 1 位として最も大きい重み付けを行う。

【0022】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、微動アクチュエータとして圧電素子を用いる場合には次のような課題がある。圧電素子は、両側電極に対する印加電圧が大きいと、素子内の金属成分が電気化学反応を起こし、電極に金属成分が析出する。圧電素子の一つに、鉛、ジルコニアおよびチタンの合金からなる薄膜の PZT 素子がある。この PZT 素子は、実際には、PZT 結晶のみからなるものではなく、製造プロセスにおいて酸化鉛、水などの不純物が混入する。酸化鉛や水が混入すると、電圧印加状態で電気化学反応が活性化され、負電極側に鉛が析出するという現象が起こる。印加電圧が高いほど、鉛析出現象が発生しやすい。鉛析出による悪影響は直ちには発現しないが、鉛析出は徐々に進行する。長時間にわたる鉛析出によって腐食現象が進行すると、圧電素子の変位特性が劣化する。さらに進行すると、変位できないようになる。最終的には鉛析出によりショートが起こり、圧電素子の破壊に至る。

【0023】すなわち、圧電素子への印加電圧が高いと高速応答性を満たすが、長期には鉛析出による悪影響が出るため寿命の上で問題となる。従来にあつては、位置決め精度および高速応答性と印加電圧のバランスについての考察が充分ではなく、上記のような課題が生じていた。特に、高速応答性を満たすために制御帯域を高くするにつれて、この課題の解決が重要性を増す。

【0024】従来例1では、微動アクチュエータがその可動範囲内で制御駆動されるように、変位量が可動範囲を超えないレベルの出力データが指令されるようなリミッタを有している。しかしながら、微動アクチュエータの可動範囲でのリミッタであつて、駆動素子の特性によるリミッタではない。

【0025】従来例2では、位置誤差信号に回転同期誤差補正値を加えて制御信号を演算し、コントローラへの入力信号として出力することによってアクチュエータを制御駆動している。

【0026】しかしながら、この制御信号でPZT素子で構成される微動アクチュエータを制御駆動する場合、一般にスピンドルの回転同期外乱による位置誤差が大きいため、その位置誤差を補償するには大きな駆動電圧がPZT素子に加えられることになる。

【0027】すなわち、2ステージアクチュエータでこの手法を用いる場合、補正値を粗動アクチュエータと微動アクチュエータにいかに加えて各アクチュエータをいかに制御駆動するかという課題を有している。

【0028】従来例3では、位置誤差信号より偏心量を測定および導出し、偏心補正値を計算している。そして、位置誤差信号に基づいて計算された制御量に加算することによってアクチュエータを制御駆動している。

【0029】しかしながら、2ステージアクチュエータでこの手法を用いる場合、従来例2と同様の理由で、偏心補正値を粗動アクチュエータと微動アクチュエータにいかに加えて各アクチュエータをいかに制御駆動するかという課題を有している。

【0030】また、図39に示した複数のヘッド支持機構を有するヘッド位置決め装置において、重要度に基づいて粗動アクチュエータ51を制御すると、ヘッド支持機構4の頻繁な移動とそれに伴う振動発生が課題が生じる。以下、この課題について説明する。

【0031】図40(a)に示すように、ヘッド2および微動アクチュエータ52の数が仮に1つであるとした場合には、粗動アクチュエータ51と微動アクチュエータ52との協働による位置決めのサーボ制御の完遂によって、微動アクチュエータ52はヘッド支持機構4の中心線a上に位置するように制御される。

【0032】ヘッド2および微動アクチュエータ52が複数ある場合には、図40(b)に示すように(3つの場合を例示)、相対変位信号 $x(1) \sim x(3)$ に重み $w1 \sim w3$ を掛けた重み付け加算信号 $x_c = w1 \cdot x$

(1) +  $w2 \cdot x(2)$  +  $w3 \cdot x(3)$  の値が中心線a上でゼロとなるように粗動アクチュエータ51はヘッド支持機構4を位置決め制御する。なお、相対変位信号 $x(1) \sim x(3)$ は有向成分(ベクトル)として正負の値を持つ。そして、各微動アクチュエータ52は、中心線aから変位した状況の中で目標トラックへ向けて位置決め制御される。

【0033】図40(a)の場合には、ヘッド2が目標トラックに達したとき以降は、微動アクチュエータ52は変位量ゼロの中心線a上をホームポジションとしてトラック追従動作を行う。変位量ゼロを中心とするトラック追従動作は最も安定した状態のトラック追従動作となる。

【0034】一方、図40(b)の場合には、それぞれの微動アクチュエータ52が中心線aから変位した位置をホームポジションとしてトラック追従動作を行うが、変位状態でのトラック追従動作であるため、微動アクチュエータ52の動作は不安定な状態となり、制御不能になったり、異常発振を引き起こす可能性がある。さらに、粗動アクチュエータ51および各微動アクチュエータ52の頻繁な移動による振動が発生する頻度も高くなり、より微動アクチュエータ52が不安定な状態となる可能性が高い。具体的に説明すると、次のとおりである。

【0035】図40(b)において、ヘッド2(1)に対応するディスクの目標トラックはヘッド2(1)に位置対応し、ヘッド2(2)に対応するディスクの目標トラックはヘッド2(2)に位置対応し、ヘッド2(3)に対応するディスクの目標トラックはヘッド2(3)に位置対応している。いま、重要度が最も高いヘッドをヘッド2(1)とする。最重要ヘッド2(1)が中心線aに近くあれば影響は少ないが、中心線aから遠く離れているときは影響が大きい。図示状態では、最重要ヘッド2(1)の変位量は大きなものとなっている。最重要ヘッド2(1)の重み $w1$ は最も大きい。最重要ヘッド2(1)の目標トラックからオフトラックすると、その重み $w1$ が大きいだけに影響が大きい。すなわち、粗動アクチュエータ51の動作量が大きい。図40の紙面で最重要ヘッド2(1)に位置対応する目標トラックのウォブリング(うねり)が大きいと想像されたい。粗動アクチュエータ51の動作量が大きいことに引きずられて各微動アクチュエータ52も変位し、改めてのトラック追従動作となる。最重要ヘッド2(1)に対するアクセスの指令頻度は最も高い。したがって、最重要ヘッド2(1)が変位量の大きな状態で重み付け加算信号 $x_c$ の値がゼロに収束している状態からのトラック追従動作では、粗動アクチュエータ51および各微動アクチュエータ52の移動頻度が高いものとなる。この高頻度の動作が各微動アクチュエータ52への振動として影響し、各微動アクチュエータ52の機構的な安定性に影響を与え

る。微動アクチュエータ 52 どうしの相互干渉による機構的共振も生じる。すなわち、目標トラックへの位置決め制御を行うこと自体が目標トラックからの位置ずれを誘発するような事態となる。その結果、ヘッド 2 の位置決め精度の劣化を引き起こす。

【0036】振動発生を抑制する対策として、目標トラックに対する追従動作をより高速に行えば良いとする考え方があ。しかし、応答性を高くするには、微動アクチュエータを構成する圧電素子に対してより高い電圧を印加する必要があり、印加電圧が過剰であると、圧電素子において鉛の析出、特性劣化、さらには圧電素子破壊の問題が生じる。

【0037】したがって、本発明の主たる目的は、2 ステージアクチュエータ方式において、微動アクチュエータを構成する圧電素子を高帯域で駆動する場合に、電気化学反応による圧電素子の特性劣化を防止し長寿命化を実現するヘッド位置決め装置を提供することである。このことは、ヘッドの高速高精度の位置決め、情報記録装置の高記録密度化につながる。

【0038】また、本発明は、複数のディスクに対する複数のヘッド、微動アクチュエータおよびヘッド支持機構の組を一括して粗動アクチュエータで移動させる方式において、振動発生を抑制した安定性の高いヘッド位置決めを実現するヘッド位置決め装置を提供することを目的とする。さらに、同様の機能を発揮する情報記録再生装置を提供することを目的とする。

【0039】

【課題を解決するための手段】本発明は、微動アクチュエータにその規定の動作範囲以上の外乱がかかり、その外乱のためにヘッドが目標トラックから位置ずれを生じることに対する補償を行うものである。上記した課題の解決を図ろうとするヘッド位置決め装置についての本発明は、この発明は、前提構成として、情報記録ディスクに対してアクセスを行う記録／再生用のヘッドの位置制御方式を、粗動アクチュエータと微動アクチュエータとの 2 つのアクチュエータで位置制御を行う 2 ステージアクチュエータ方式としている。そして、前記の微動アクチュエータが圧電素子を利用するものとなっている。このようなヘッド位置決め装置において、微動アクチュエータの規定の動作範囲以上の外乱によるヘッドの目標トラックからの位置ずれに対する補償と、微動アクチュエータにおける圧電素子の過電圧劣化に対する対応として、次のように構成してある。すなわち、一方において、微動アクチュエータの規定の動作範囲以上の外乱によるヘッド位置ずれに対する補償を、微動アクチュエータではなく、粗動アクチュエータの駆動において行うように構成してあるとともに、他方において、圧電素子利用の微動アクチュエータの駆動信号のレベルを、電気化学反応による圧電素子の特性劣化が生じるしきい値以下となしてある。

【0040】この発明のヘッド位置決め装置は、より具体的レベルでは次のように構成する。情報記録ディスクに対してアクセスを行う記録／再生用のヘッドを 2 ステージアクチュエータ方式で位置決め制御する粗動アクチュエータおよび微動アクチュエータと、前記粗動アクチュエータと微動アクチュエータを制御する位置決め制御部とを備える。前記微動アクチュエータは圧電素子で構成する。また、前記位置決め制御部は、粗動制御系と微動制御系を備える。前記粗動制御系は、前記粗動アクチュエータを駆動する粗動駆動部と、この粗動駆動部を制御する粗動制御部で構成する。前記微動制御系は、圧電素子利用の微動アクチュエータを駆動する微動駆動部と、この微動駆動部を制御する微動制御部で構成する。このような構成のヘッド位置決め装置において、さらに、位置誤差分離部と駆動信号制限部とを備える。前記位置誤差分離部は、前記微動アクチュエータの規定の動作範囲以上の外乱による前記ヘッドの目標トラックからの位置ずれに対する補償を前記粗動アクチュエータの駆動において行うように分離するものである。駆動信号制限部は、前記微動制御部と前記微動駆動部との間に介在させ、微動制御部から微動駆動部に対して与える微動制御信号のレベルを、電気化学反応による圧電素子の特性劣化が生じるしきい値以下に制限する。

【0041】これによる作用は次のとおりである。微動アクチュエータの規定の動作範囲以上の外乱を補償してヘッドを目標トラックに追従させるに当たり、この補償を圧電素子利用の微動アクチュエータにおいて行うとなれば、圧電素子に過大な電圧が印加され、電気化学反応により圧電素子の腐食、特性劣化を招くおそれがある。この規定の動作範囲以上の外乱に対する補償については、粗動アクチュエータの側で行うように構成することにより、圧電素子側の負担を軽減する。その上で、本発明の特徴は、電気化学反応による圧電素子の特性劣化が生じるしきい値に対して、微動アクチュエータの構成要素である圧電素子の駆動信号のレベルを前記しきい値以下に制限することにある。なお、このしきい値の設定については、後述するようにいくつかの態様がある。この駆動信号の制限により、駆動信号レベルが高いことに起因して圧電素子が電気化学反応による腐食で特性が劣化する、といった課題を解決できる。その結果、目標トラックに対するヘッドの高速高精度な位置決め機能を長期間にわたって持続させることができる（長寿命化）。それゆえに、ひいては、高記録密度の情報記録装置の実現に有効に作用する。

【0042】微動アクチュエータにおける圧電素子として、鉛とジルコニアとチタンで構成される薄膜の PZT 素子を採用する場合に、本発明は有用である。PZT 素子は特性のすぐれた圧電素子の代表例であるが、実際には、PZT 結晶のみからなるものではなく、外的要因で酸化鉛、水などの不純物が含まれる。このような圧電素

子に電圧が印加されると、印加電圧のレベルによっては電気化学反応が活性化され、電極に鉛が析出する。この現象が進むと圧電素子がショートして、変位動作を行えなくなってしまう。このようなPZT素子を微動アクチュエータに用いるヘッド位置決め装置において、本発明は最大の効果を発揮し、鉛の析出を抑制する。

【0043】ここで、圧電素子に対する駆動信号における前記のしきい値について説明する。電気化学反応により圧電素子が特性劣化を起こす原因は電極に鉛が析出することにある。

【0044】鉛の析出の原因のひとつに、圧電素子内に酸化鉛PbOが不純物として混入していたり、製造プロセス時に不測に外部から水分が圧電素子内に侵入したり、高温高湿の雰囲気下での使用中に雰囲気中の水分が圧電素子内に侵入することがある。水分の侵入を完全に防止することは実際上不可能である。

【0045】酸化鉛PbOと水分が反応して、鉛イオン $Pb^{2+}$ を発生する。特に酸性領域で発生しやすい。鉛イオン $Pb^{2+}$ が発生している状態で圧電素子に電圧が印加されると、電気化学反応により負極側で鉛が析出する。そこで、鉛の析出を防止するには、原理的には、鉛イオン $Pb^{2+}$ が鉛Pbに変化するときの電位差をしきい値とすればよい。このときの電位差のことを“鉛の理論分解電圧”という。しかし、実際に電気化学反応の進行には、理論分解電圧に酸素過電圧と呼ばれる電圧を加える必要がある。すなわち、鉛の理論分解電圧に酸素過電圧を加えた電圧をしきい値とすればよい。すなわち、このしきい値以下で圧電素子を駆動するように設定することにより、鉛の析出を防止することができる。ただし、ここでは水の電気分解については考慮していない。鉛の理論分解電圧は水の理論分解電圧よりも低く、したがって、鉛の析出をより起こしやすい。

【0046】一方、水分が混入していると圧電素子の電気抵抗値が減少し、電圧印加によって圧電素子内に電流が流れやすくなる。電流が急激に増えると水の電気分解が起こり、水素イオン $H^+$ が発生する。圧電素子を構成する成分の鉛Pbに水素イオン $H^+$ が反応して鉛イオン $Pb^{2+}$ となり、この鉛イオン $Pb^{2+}$ がさらに電子と結合して鉛Pbとなり、電極に析出する。この場合に鉛の析出を防止するには、原理的には、水が電気分解を引き起こす電位差をしきい値に設定して、圧電素子への印加電圧をしきい値以下にすればよい。水が電気分解を引き起こす電位差のことを“水の理論分解電圧”という。しかし、ここでも、実際に電気分解が進み酸素が発生して水素イオン $H^+$ が発生するためには、理論分解電圧に酸素過電圧を加える必要がある。すなわち、水の理論分解電圧に酸素過電圧を加えた電圧をしきい値とすればよい。このしきい値以下で圧電素子を駆動するように設定することにより、鉛の析出を防止することができる。この場合は酸化鉛PbOが原因の鉛析出も抑制される。

【0047】実際にしきい値を定めるには、いくつかのアプローチがある。圧電素子の電気抵抗を一定以上に大きく保ち、圧電素子内に不要な電流を流さないようにすることが肝要である。それには、圧電素子利用の微動アクチュエータに対する駆動電圧 $V$  [V]と圧電素子内を流れる電流 $I$  [A]との関係が、目安として、 $V/I > 10^6$  [ $\Omega$ ]となるようなしきい値とすればよい。これは必要とする圧電素子の電気抵抗値を $1M\Omega$ 以上とする場合である。この場合に、許容電流の目安を $50\mu A$ とすると、圧電素子に対する駆動電圧のしきい値は $50V$ を想定できる。

【0048】また、圧電素子の膜厚との関係では次のようになる。膜厚が小さいほどしきい値を低くする必要がある。膜厚の基準に例えば $2.5\mu m$ を選択するとき、しきい値 $50V$ に対しては、電界の強さ $E$ は、 $E = 2 \times 10^7$  [ $V/m$ ]とするのがよい。この電界の強さを基準にして、膜厚 $t$  [m]としきい値 $V$  [V]との関係を、 $V/t < 2 \times 10^7$  [ $V/m$ ]とすればよい。さらに、この見込みのしきい値 $50V$ に対して、安全係数 $0.2$ を乗じて、しきい値を $10V$ とするとおよい。この安全係数は、実際上の経験およびテストから導き出されたものである。このしきい値 $10V$ に対しては、許容電流は5分の1の $10\mu A$ となり、また膜厚との関係では、 $V/t < 4 \times 10^6$  [ $V/m$ ]となり、鉛の析出に対する安全性が向上する。このときの圧電素子の電気抵抗値は上記の $1M\Omega$ 以上であり、電界の強さは $4 \times 10^6$  [ $V/m$ ]未満とすればよい。この程度に大きければ、鉛の析出を防止した状態での長期にわたる使用が可能となる。

【0049】さらに寿命延長を求めるときは、オーダーを1つ上げて、 $V/I > 10^7$  [ $\Omega$ ]となるようなしきい値とすればよい。これは圧電素子に必要な電気抵抗値を $10M\Omega$ より大きいとする場合である。この場合に、許容電流を $5\mu A$ とすると、圧電素子に対する駆動電圧のしきい値は $50V$ を見込める。圧電素子の膜厚との関係は、上記同様に、 $V/t < 2 \times 10^7$  [ $V/m$ ]とすればよい。さらに、この見込みのしきい値 $50V$ に対して、安全係数 $0.2$ を乗じて、しきい値を $10V$ とするとおよい。しきい値 $10V$ に対しては、許容電流は5分の1の $1\mu A$ となり、鉛の析出に対する安全性が十分に高いものとなる。このときの圧電素子の電気抵抗値は上記の $10M\Omega$ 以上であり、この程度に充分大きければ、鉛の析出を確実に防止した状態での長期にわたる使用が可能となる。

【0050】上記の圧電素子の電気抵抗値の目安である $1M\Omega$ については、高温高湿の環境下で圧電素子に水分が侵入することを考慮して、温度 $85^\circ C$ 、湿度 $90\%$ の環境下で、 $500$ 時間にわたって連続駆動したときに、圧電素子の電気抵抗値が $1M\Omega$ 以上を保つことを条件にするとよい。



【0051】前記微動制御系は、前記微動アクチュエータによる補償量がゼロの場合には、前記圧電素子に加える電圧がゼロまたは前記しきい値の1/2で一定値のオフセット電圧を出力し、前記補償量がゼロ以外の場合には、その補償量の値に応じた正負の電圧を前記オフセット電圧に加えて制御駆動する。

【0052】前記微動アクチュエータの駆動信号におけるオフセット電圧は、水の分解電圧以下（ゼロを含む）である。

【0053】上記において、微動アクチュエータにかかる規定の動作範囲以上の外乱について、この外乱がディスク偏心などに起因するディスクの回転同期外乱の場合には、そのディスク偏心による回転同期外乱のデータをあらかじめまたは即時に検出した上で補償を行うようにする。ディスクの回転同期外乱のためにヘッドが目標トラックから位置ずれを起こすことに対する補償と、微動アクチュエータにおける圧電素子の過電圧劣化に対する対応として、一方において、ディスクの回転同期外乱によるヘッド位置ずれに対する補償を、微動アクチュエータではなく、粗動アクチュエータの駆動において行うように構成するとともに、他方において、圧電素子利用の微動アクチュエータの駆動信号のレベルを、圧電素子の特性劣化が生じるしきい値以下に設定する。より具体的レベルでは、前記の位置誤差分離部に代えて、外乱補償部を設ける。その外乱補償部は、ディスクの回転同期外乱によるヘッドの目標トラックからの位置ずれを前記粗動制御系で補償するものである。

【0054】この構成による作用は次のとおりである。上記同様に、ディスクの回転同期外乱を補償してヘッドを目標トラックに追従させるに当たり、この補償を微動アクチュエータではなく、粗動アクチュエータの側で行う。これにより、圧電素子側の負担を軽減する。さらに、上記同様に、圧電素子の駆動信号のレベルを電気化学反応で特性劣化が生じるしきい値以下に制限する。その結果、駆動信号レベルが高いことに起因する電気化学反応により圧電素子が腐食して特性が劣化するという課題を解決できる。したがって、目標トラックに対するヘッドの高速高精度な位置決め機能を長期間にわたって持続させることができる。

【0055】上記において、好ましい態様として次のことがある。外乱補償部は、その補償量を粗動制御系に与えることを要点としているが、粗動制御系と微動制御系とは、それぞれの制御量が一方的にあるいは双方向的に影響を及ぼすことがある。つまり、ディスクの回転同期外乱を補償するための粗動制御系に対して与える補償量によっては、圧電素子に対する駆動信号レベルが変動して前記のしきい値相当レベルを上回る可能性があり得る。このような場合においても、回転同期外乱を補償しながら、駆動信号レベルの過剰による腐食および特性劣化から圧電素子を保護するという機能を確保するのが、

この技術である。

【0056】すなわち、外乱補償部による補償量を粗動制御系に与える場合において、粗動制御系のみに限定して与えることに代えて、微動制御系にも与えるようにするための同期外乱補償調節部を設ける。それは、トラック追従時に微動アクチュエータの駆動信号のレベルとして前記のしきい値以下を補償するためである。同期外乱補償調節部は、外乱補償部による補償量を受け取り、その補償量に対して前記両制御系用それぞれに重み付けを行った上で、それぞれの重み付け補償量を粗動制御系と微動制御系とに与える。これにより、両制御系の制御量が影響し合う条件下でも、回転同期外乱を補償しながら、駆動信号レベルの過剰による腐食および特性劣化から圧電素子を保護するという機能を良好に確保することができる。

【0057】さらに、好ましい態様として次のことがある。それは、粗動制御系が、低周波帯域に重みのある重み関数を前記の制御量に乗じた量を制御量として粗動アクチュエータに与えるようにするための低周波フィルタを有していることであり、微動制御系が、高周波帯域に重みのある重み関数を前記の制御量に乗じた量を制御量として微動アクチュエータに与えるようにするための高周波フィルタを有していることである。

【0058】これは、回転同期外乱だけでなく機械的共振などの外乱負荷に起因する目標トラックからのヘッドの位置ずれを補償する場合において、外乱負荷に対する補償を周波数に応じて対応するものである。比較的振幅が大きい回転同期外乱と比較的振幅が小さい機械的共振の外乱とが重畳された状態でヘッド位置決め装置に作用する。回転同期外乱に対する補償を粗動制御系で行うのが本発明の主旨であるが、回転同期外乱に重畳して印加される機械的共振などの外乱に対する補償は微動制御系で行う。この分担を行うのに、周波数に基づいて行う。振幅が比較的大きい回転同期外乱は低周波帯域に偏在し、振幅が比較的小さい機械的共振などの外乱は高周波帯域に偏在する傾向がある。そこで、低周波フィルタと高周波フィルタとを設けてある。低周波フィルタによって高周波成分をカットし、回転同期外乱に対応する状態に絞った制御量を粗動制御系に与える。また、高周波フィルタによって低周波成分をカットし、機械的共振などの外乱に対応する状態に絞った制御量を微動制御系に与える。

【0059】これによって、回転同期外乱および機械的共振などの外乱に起因してヘッドが目標トラックから位置ずれを生じることにに対して目標トラックへの高精度位置決めを補償しながら、駆動信号レベルの過剰による腐食および特性劣化から圧電素子を保護するという機能を効果的に発揮させることができる。

【0060】（#1）ヘッド位置決め制御方法についての本発明は、前提として、次の各ステップを有してい

る。すなわち、ヘッドにより再生されるディスク上のサーボ情報からのヘッド位置データと前記ヘッドを目標位置に位置決めするための目標位置データとの位置誤差を位置誤差データとするステップと、前記位置誤差データに基づいて前記ヘッドの微動アクチュエータの変位量を制御する微動制御データを生成するステップと、前記微動制御データに基づく信号を微動駆動信号とし前記微動アクチュエータに出力するステップと、前記ヘッドの粗動アクチュエータまたは前記微動アクチュエータの変位量に対応した相対変位データを入力するステップと、前記相対変位データに基づいて前記粗動アクチュエータの変位量を制御する粗動制御データを生成するステップと、前記粗動制御データに基づいた信号を粗動駆動信号として前記粗動駆動アクチュエータに出力するステップとである。このような複数ステップを含むヘッド位置決め制御方法において、本発明は、さらに、前記微動制御データに基づく信号を前記微動アクチュエータに出力するに当たって、前記微動アクチュエータの特性が変化するしきい値で前記微動制御データを制限した実微動制御データを生成し、この前記実微動制御データを前記微動制御データに置き換えて出力するステップと、ディスク回転同期外乱による位置誤差に基づいた同期外乱位置誤差データを前記相対変位データに加算した結果を補正相対変位データとして生成するステップと、前記補正相対変位データに基づいて前記粗動アクチュエータの変位量を制御する粗動制御データを生成するステップとを含んでいることを特徴とする。(これについては図1を参照することができる)。

【0061】この(#1)の発明のヘッド位置決め制御方法によれば、ディスク回転同期外乱に対する補償を良好に行いながら、駆動信号レベルが高いことに起因して発生する圧電素子の腐食による特性劣化の課題を解決することができ、目標トラックに対するヘッドの高速高精度な位置決め機能を長期間にわたって持続させることができる。それゆえに、ひいては、高記録密度のディスク装置の実現に有効に作用する。

【0062】(#2) 上記の(#1)のヘッド位置決め制御方法の発明においては、ディスク回転同期外乱による位置誤差に基づいた同期外乱位置誤差データを相対変位データに加算した結果を補正相対変位データとするが、それに代えて、ディスク回転同期外乱による位置誤差に基づいた同期外乱位置誤差データを生成し、さらに、前記同期外乱位置誤差データに基づいて粗動アクチュエータの変位量を制御する同期外乱粗動制御データを生成し、前記同期外乱粗動制御データを粗動制御データに加算した結果を補正粗動制御データとしてもよい。

(これについては図15を参照することができる)。

【0063】以上を要するに、(#2)の発明のヘッド位置決め制御方法は、(#1)の方法において、さらに、ディスク回転同期外乱による位置誤差に基づいた同

期外乱位置誤差データを生成するステップと、前記補正相対変位データの生成に代えて、前記同期外乱位置誤差データに基づいて前記粗動アクチュエータの変位量を制御する同期外乱粗動制御データを生成するステップと、前記同期外乱粗動制御データを前記粗動制御データに加算した結果を補正粗動制御データとして生成するステップと、前記補正粗動制御データに基づいた粗動駆動信号として前記粗動アクチュエータに出力するステップとを含んでいるというものである。この場合、補正をかける段階が(#1)の発明とは異なっているだけで、(#1)と同様の作用効果が得られる。

【0064】(#3) 上記の(#1)のヘッド位置決め制御方法の発明において、好ましい態様としては、さらに、ディスク回転同期外乱による位置誤差に基づいた同期外乱位置誤差データを微動制御系と粗動制御系とに重みを付けて配分して同期外乱微動位置誤差データと同期外乱粗動位置誤差データとを生成するステップと、前記同期外乱微動位置誤差データを前記位置誤差データに加算した結果を補正位置誤差データとするステップと、前記同期外乱粗動位置誤差データを前記相対変位データに加算した結果を補正相対変位データとするステップとを含んでいることである。これは、前述の同期外乱補償調節手段を有するヘッド位置決め装置に対応し、同様の作用効果を奏する。(これについては図16を参照することができる)。

【0065】(#4) 上記の(#1)の発明に(#3)の発明を適用したのと同様のことを上記の(#2)の発明に適用するのでもよい。すなわち、(#2)のヘッド位置決め制御方法において、さらに、ディスク回転同期外乱による位置誤差に基づいた同期外乱制御データを微動制御系と粗動制御系とに重みを付けて配分して同期外乱微動制御データと同期外乱粗動制御データとを生成するステップと、前記同期外乱微動制御データを前記微動制御データに加算した結果を補正微動制御データとして出力するステップと、前記同期外乱粗動制御データを前記粗動制御データに加算した結果を補正粗動制御データとして出力するステップとを含んでいるというものである。この場合、補正をかける段階が(#2)の発明とは異なっているだけで、(#2)と同様の作用効果が得られる。(これについては図17を参照することができる)。

【0066】(#5) 上記(#1)、(#3)の発明において、好ましい態様としては、さらに、前記微動制御データに高周波領域のみを通過させる高周波フィルタ処理をかけて前記微動アクチュエータに出力するステップと、前記粗動制御データに低周波領域のみを通過させる低周波フィルタ処理をかけて前記粗動アクチュエータに出力するステップとを含んでいることである。すでに説明したとおり、低周波帯域に偏在する振幅が比較的大きいディスク回転同期外乱と高周波帯域に偏在する振幅



が比較的小さい機械的共振などの外乱との重畳に対して、ヘッドが目標トラックから位置ずれを生じることに對して目標トラックへの高精度位置決めを補償しながら、駆動信号レベルの過剰による腐食および特性劣化から圧電素子を保護するという機能を効果的に発揮させることができる。(これについては図18を参照することができる)。

【0067】(#6)さらに、好ましい態様としては、前記微動制御データの微動定常偏差補償データと前記粗動制御データの粗動定常偏差補償データとを入力信号として、微動制御系と粗動制御系とに重みを付けて配分して微動定常偏差補償データと粗動定常偏差補償データとを生成するステップと、前記微動制御データに前記微動定常偏差補償データを加算して補正微動制御データを生成して出力するステップと、前記粗動制御データに前記粗動定常偏差補償データを加算して補正粗動制御データを生成して出力するステップとを含んでいることである。(これについては図19を参照することができる)。

【0068】ヘッド位置決め制御プログラムについての本発明は、上記各発明のヘッド位置決め制御方法を実行させるようにプログラミングされたものである。

【0069】ディスク装置についての本発明は、上記各発明のヘッド位置決め制御プログラムを具備している。

【0070】上記において様々な手段が登場したが、それらの各手段は、これをハードウェアで構成してもよいし、あるいはソフトウェアで構成してもよい。さらに、一部をハードウェアで残りをソフトウェアで構成するハイブリッド形態に構成してもよい。

【0071】以下に説明する発明は、微動アクチュエータを複数有するヘッド位置決め装置についてである。各微動アクチュエータの変位量を考慮し、その中で変位量分布の中央値の微動アクチュエータを選択し、この選択された1つの微動アクチュエータと粗動アクチュエータとが協働して制御を行う。

【0072】本発明における微動アクチュエータ複数のヘッド位置決め装置は、同軸状の複数の情報記録ディスクに対してそれぞれアクセスを行う記録/再生用の複数のヘッドと、前記各ヘッドを微小変位させる複数の微動アクチュエータと、前記各微動アクチュエータを支持する複数のヘッド支持機構と、前記複数のヘッド支持機構を一括駆動する粗動アクチュエータとを備えている。また、前記各ヘッドが前記ディスクから読み取ったヘッド位置信号に基づいて対応する各ヘッドが目標トラックに追従するように各微動アクチュエータを制御する。さらに、前記各微動アクチュエータの相対変位値のうちの中央値を選択し、選択した中央値に基づいて粗動アクチュエータを制御するように構成してある。

【0073】上記の発明のヘッド位置決め装置は、より具体的レベルでは次のように構成する。前記各微動アク

チュエータの変位、および前記粗動アクチュエータによる前記各ヘッド支持機構の移動を制御する制御部を具備する。その制御部は、次のような内容をもつ微動位置決め制御部と中央値選択部と粗動制御系とを含む。微動位置決め制御部は複数ある。前記の各微動位置決め制御部は、それぞれ各ヘッドに個別に対応したものであり、前記各ヘッド毎に再生される前記ディスク上のサーボ情報に含まれるヘッド位置信号と前記各ヘッドの目標位置信号との差分をヘッド位置誤差信号とし、前記ヘッド位置誤差信号に基づいて前記各微動アクチュエータを制御し、前記各ヘッド毎の位置決め制御を行う。前記の中央値選択部は、複数の微動アクチュエータに対応したものであり、前記各微動アクチュエータからの複数の相対変位信号のうちの中央に位置する前記相対変位信号を中央値信号として選択する。前記の粗動制御系は、前記選択した中央値信号に基づいて前記粗動アクチュエータによる前記ヘッド支持機構の一括した移動を制御する。

【0074】上記した各機能をソフトウェアで実現してもよい。すなわち、前記制御部として、前記各微動アクチュエータおよび前記粗動アクチュエータを制御可能なマイクロプロセッサと、前記マイクロプロセッサを動作させるためのプログラムを格納するメモリと、前記マイクロプロセッサを動作させるための前記プログラムとを備えたものに構成する。そして、前記プログラムは、前記マイクロプロセッサが前記プログラムを読み取って実行することにより前記ヘッド位置決め制御機能を実現させるヘッド位置決め制御プログラムを含むものに構成する。メモリから読み取ったヘッド位置決め制御プログラムをマイクロプロセッサで実行することで、正確、かつ柔軟な処理が可能となる。

【0075】前記ヘッド位置決め制御プログラムとして、次のような機能を有する微動位置決め制御手段と中央値選択手段と粗動制御系手段を含んだものを用いることが好ましい。前記微動位置決め制御手段は、前記各ヘッド毎に再生される前記ディスク上のサーボ情報に含まれるヘッド位置データと前記各ヘッドの目標位置データとの差分をヘッド位置誤差データとする。そして、前記ヘッド位置誤差データに基づいて前記各微動アクチュエータを制御し、前記各ヘッド毎の位置決め制御を行う。前記中央値選択手段は、前記各微動アクチュエータからの複数の相対変位データのうちの中央に位置する前記相対変位データを中央値データとして選択する。前記粗動制御系手段は、前記選択した中央値データに基づいて前記粗動アクチュエータによる前記ヘッド支持機構の一括した移動を制御する。

【0076】上記の構成による作用は次のとおりである。アクセス順位などの重要度に関係なく、複数の相対変位値の中から選択した中央値に基づいて粗動アクチュエータの制御を行うので、常に、中央に位置する微動アクチュエータが優先され、この中央の微動アクチュエー

タが常にホームポジションに位置するように制御する。したがって、複数のディスクでトラックがウォブリングして複数のヘッドの変位量および変位方向がリアルタイムかつランダムに変動しても、粗動アクチュエータによる複数のヘッド支持機構の頻繁な移動は発生しにくく、動きのより少ない安定した制御となる。

【0077】そして、トラック追従動作において、中央に位置するヘッドが目標トラックに達すると、それ以降は微動アクチュエータの変位量がゼロとなる。中央値信号がゼロに収束し、粗動アクチュエータによるヘッド支持機構の移動はなくなり、この状態で中央以外のヘッドのトラック追従動作が行われる。これは、最も安定した状態でのトラック追従動作である。すなわち、振動の発生を抑制した状態での、高精度で安定したヘッドの位置決め制御が行える。

【0078】オントラック動作をより高速に行って振動発生を抑制するには、微動アクチュエータを構成する圧電素子に対してより高い電圧を印加すればよいとする考え方があ。しかしながら、印加電圧が過剰であると、圧電素子において鉛の析出、特性劣化、さらには圧電素子破壊の問題が生じる。本発明では、圧電素子への印加電圧に制限を加えて圧電素子の特性劣化を回避する一方で、選択した中央値による粗動アクチュエータの制御で振動発生を抑制するという巧妙な手法をとっている。

【0079】上記において好ましい態様は、前記中央値選択部が次のように構成されていることである。中央値選択部は、前記各微動アクチュエータからの複数の相対変位信号を選択するのであるが、ヘッドが目標トラックにオントラックし記録／再生の終了した微動アクチュエータの相対変位信号は除外するように構成する。すなわち、前記複数の相対変位信号のうち前記ヘッドに対するアクセス指令信号がアクティブとなっている相対変位信号を前記中央値選択の候補として選択する。そして、前記候補として選択した複数の相対変位信号のうちの中央に位置する前記相対変位信号を前記中央値信号として選択する。

【0080】ソフトウェア方式の場合、上記において好ましい態様は、前記中央値選択手段が次のように構成されていることである。すなわち、中央演算処理装置は、前記各微動アクチュエータからの複数の相対変位データのうち前記ヘッドに対するアクセス指令データがアクティブとなっている相対変位データを前記中央値データの候補として選択し、前記候補として選択した複数の相対変位データのうちの中央に位置する前記相対変位データを前記中央値データとして選択する。

【0081】上記の構成による作用は次のとおりである。中央に位置するヘッドの記録／再生が終了した時点で、アクセス指令信号はインアクティブとなる。これにより、このヘッドに対応した微動アクチュエータの相対変位信号は中央値選択の候補から除外され、選択候補が

1つ減る。記録／再生が終了したヘッドは、それがオントラックしたトラック位置に留まり、粗動アクチュエータの制御から外される。粗動アクチュエータを制御する候補の相対変位信号を記録／再生が未処理のヘッドからのものに限定し絞り込む。これにより、粗動アクチュエータの変位の頻度または変位量を低く抑え、この結果として、現に記録／再生を行っているヘッドの変位量も低く抑える。記録／再生の終了したヘッドは微小変位してもはや記録／再生には関係しない。以上の相乗により、振動の発生をさらに抑制し、高精度で安定したヘッドの位置決め制御が行え、記録再生を良好に行うことができる。また、変位の頻度が少ない分、微動アクチュエータの寿命が長くなる。

【0082】上記において、未処理のヘッド数は1つずつ減少する。中央値信号を選択するための相対変位信号の数は、奇数と偶数が交互となる。相対変位信号の数が奇数のときは、ちょうど中央のものが存在するが、相対変位信号の数が偶数のときは、ちょうど中央のものが存在しない。そこで、2つある中央のものうち、相対変位信号が小さい方を中央値信号として選択する。大きい方を選択するより、振動が抑制され、ヘッド位置決め安定性がより良くなる。

【0083】また、上記の発明において好ましい態様は、前記微動位置決め制御部が次のように構成されていることである。前記ヘッドに対するアクセス指令信号がアクティブのときに、前記各ヘッド毎に再生される前記ディスク上のサーボ情報に含まれるトラック位置信号とバースト復調信号との組み合わせで前記ヘッドの位置決め制御を行う。これに対して、前記アクセス指令信号がインアクティブのときには、前記トラック位置信号を除外し、前記バースト復調信号で前記ヘッドの位置決め制御を行う。

【0084】ソフトウェア方式の場合、上記において好ましい態様は、前記微動位置決め制御手段が次のように構成されていることである。すなわち、微動位置決め制御手段は、前記ヘッドに対するアクセス指令データがアクティブのときに、前記各ヘッド毎に再生される前記ディスク上のサーボ情報に含まれるトラック位置信号とバースト復調信号との組み合わせで前記ヘッドの位置決め制御を行う。一方、前記アクセス指令データがインアクティブのときに、前記トラック位置信号を除外し前記バースト復調信号で前記ヘッドの位置決め制御を行う。

【0085】上記の構成による作用は次のとおりである。インアクティブのアクセス指令信号が発生しないうちは、トラック位置信号とバースト復調信号との組み合わせでヘッドの位置決め制御を行う。中央のヘッドの記録／再生が終了すると、そのヘッドに対応するアクセス指令信号がインアクティブとなり、トラック位置信号を無効化し、バースト復調信号に基づいたヘッドの位置決め制御に切り換わる。次の記録／再生処理のために、別

のトラックを目標トラックとして粗動アクチュエータの駆動によりヘッド支持機構が移動するとする。この場合、記録／再生の終了したヘッドは元のトラックに追従しようとする結果、その微動アクチュエータの変位量が大きくなってしまふ。これに対して、トラック位置信号を無視し、バースト復調信号に限ることにより、別トラックに変わっても、トラック間領域内の中央位置に追従するように制御され、記録／再生の終了したヘッドの微動アクチュエータの移動が抑制される。その結果、記録／再生の終了した微動アクチュエータは、粗動アクチュエータによる変位位置にかかわらず、トラック間領域内の中央位置の近傍に位置する状態を継続しながら、次の処理まで待機する。この状態は、微動アクチュエータにとって機構的に最も安定した状態である。また、記録／再生の終了した微動アクチュエータがそれぞれオントラックしていたトラックに向けて変位することを抑制している。このため、微動アクチュエータの変位により振動が発生する頻度を低く抑え、高精度な位置決め状態のもとで、安定に記録／再生を行うことができる。そして、記録／再生処理が終了した微動アクチュエータに対しては印加する駆動電圧のレベルが抑制されるため、微動アクチュエータを構成する圧電素子の寿命を有利にする。

【0086】上記において、中央値選択の候補を絞り込むことと、記録／再生終了後はバースト復調信号に限ることとの組み合わせも好ましい。すなわち、前記中央値選択部および微動位置決め制御部がそれぞれ次のように構成されていることである。中央値選択部は、前記各微動アクチュエータからの複数の相対変位信号のうち前記ヘッドに対するアクセス指令信号がアクティブとなっている相対変位信号を前記中央値選択の候補として選択する。そして、前記候補として選択した複数の相対変位信号のうちの中央に位置する前記相対変位信号を前記中央値信号として選択する。一方、微動位置決め制御部は、前記ヘッドに対するアクセス指令信号がアクティブのときに、前記各ヘッド毎に再生される前記ディスク上のサーボ情報に含まれるトラック位置信号とバースト復調信号との組み合わせで前記ヘッドの位置決め制御を行う。そして、前記アクセス指令信号がインアクティブのときに、前記トラック位置信号を除外し前記バースト復調信号で前記ヘッドの位置決め制御を行う。

【0087】ソフトウェア方式の場合、上記において好ましい態様は、前記中央値選択手段が次のように構成されていることである。すなわち、中央値選択手段は、前記各微動アクチュエータからの複数の相対変位データのうち前記ヘッドに対するアクセス指令データがアクティブとなっている相対変位データを前記中央値選択の候補として選択し、前記候補として選択した複数の相対変位データのうちの中央に位置する前記相対変位データを前記中央値データとして選択する。かつ、前記微動位置決め制御手段は、前記ヘッドに対するアクセス指令データ

がアクティブのときに、前記各ヘッド毎に再生される前記ディスク上のサーボ情報に含まれるトラック位置信号とバースト復調信号との組み合わせで前記ヘッドの位置決め制御を行い、前記アクセス指令データがインアクティブのときに、前記トラック位置信号を除外し前記バースト復調信号で前記ヘッドの位置決め制御を行う。

【0088】なお、上記の相対変位信号については、微動アクチュエータをモデル化した推定器により相対変位信号を生成するのでもよい。振動の少ないヘッド位置決めを実現するに当たり、各微動アクチュエータの相対変位信号は実際に検出しなくてもよい。

【0089】本発明は、また、ヘッド位置決め制御プログラムにかかわるものでもある。すなわち、本発明のヘッド位置決め制御プログラムは、同軸状に配置された複数の情報記録ディスクに情報の記録再生を行う情報記録再生装置において、ディスクのそれぞれの記録再生面に対して配置され、ディスクと情報の伝達を行うヘッドを搭載し、制御量に応じて変位することによりヘッドの微細な位置決めを行う複数の微動アクチュエータと、各微動アクチュエータを搭載したヘッド支持機構を一括して移動させ、各ヘッドの粗い位置決めを行う粗動アクチュエータと、各微動アクチュエータの変位および粗動アクチュエータによる各ヘッドの移動を制御する制御部とを具備したヘッド位置決め装置を制御するプログラムである。

【0090】さらに、本発明のヘッド位置決め制御プログラムは、制御部を、複数の微動制御手段、中央値選択手段、粗動制御手段として機能させる。複数の微動制御手段としての機能は、各ヘッド毎に再生されたディスク上のサーボ情報からのヘッド位置データと、各ヘッドをそれぞれの目標位置に位置決めするための目標位置データとの差分をヘッド位置誤差データとして、ヘッド位置誤差データに基づいて微動アクチュエータの変位をそれぞれ制御することで、各ヘッド毎の位置決め制御を行う。中央値選択手段としての機能は、各微動アクチュエータの変位の量である変位量に対応したデータを相対変位データとしてそれぞれ検出し、検出した各相対変位データの大きさを比較し、大きさの順に順位付けをしたとき、その順位が中央に位置する相対変位データを中央値データとして選択する。粗動制御手段としての機能は、中央値データとして選択した相対変位データに基づいて、粗動アクチュエータによるヘッド支持機構の一括した移動を制御することで、各ヘッドの一括した位置決め制御を行う、とした構成である。

【0091】この構成により、中央値選択手段としての機能は、それぞれの微動アクチュエータの変位量に対応した複数の相対変位データの中から、中央値データとする相対変位データを選択する。さらに、中央値データとして選択された相対変位データに基づいて、粗動アクチュエータを制御する。これにより、各微動アクチュエー

タのなかで中央に位置するものを目標にヘッド支持機構が移動することとなるため、全体的に見て、粗動アクチュエータにより駆動されるヘッド支持機構の移動量は低く抑えられる。さらに、中央に位置する微動アクチュエータと粗動アクチュエータとの協働により微動アクチュエータの変位量がゼロになるよう制御される。その結果、粗動アクチュエータおよび各微動アクチュエータの移動による振動が発生する頻度は少なくなり、振動による位置決め精度の劣化を引き起こすことがない。さらに、選択された微動アクチュエータは、変位量がゼロを中心とした最も安定した状態でトラックに追従する。このため、その微動アクチュエータに搭載されたヘッドは、安定した記録再生を行うことができ、よって、安定なヘッド位置決め制御が可能となる。

【0092】また、本発明のヘッド位置決め制御プログラムは、相対変位データが、各微動アクチュエータをモデル化した推定手段により生成されたデータである、とした構成である。

【0093】この構成により、各微動アクチュエータの変位量に対応した相対変位データの基となる信号を実際に検出しなくても、本発明のヘッド位置決め装置が実現できる。

【0094】また本発明のヘッド位置決め制御プログラムは、中央値選択手段としての機能が、情報の記録または再生を行う目標トラックにヘッドをアクセス中か否かを各ヘッド毎に示す、それぞれのアクセス指令データを入力し、アクセス指令データに応じて、目標トラックにアクセス中であるヘッドを搭載した微動アクチュエータの相対変位データを選択し、選択した各相対変位データの中から、中央値データとする相対変位データを選択する、とした構成である。

【0095】この構成により、中央値選択手段としての機能は、目標トラックへのアクセスが必要なヘッドに対して、順次位置決めサーボ制御を行う。このとき、正方向と負方向とに最大に変位している両微動アクチュエータによる変位幅の中での中央を目標に、粗動アクチュエータの駆動によるヘッド支持機構が移動しているため、全体的に見た粗動アクチュエータによる移動量は、低く抑えられる。さらに、記録や再生の処理が終了したヘッドは、終了したトラック位置に留まるため、微動アクチュエータが変位する頻度も低く抑えられる。このように、振動が発生する頻度を低く抑えられるため、位置決め精度の劣化を引き起こすことなく、安定にヘッドの位置決めを行うことができる。

【0096】また、本発明のヘッド位置決め制御プログラムは、微動制御手段としての機能が、アクセス指令データを入力し、アクセス指令データに応じて、アクセス中でないヘッドを搭載した微動アクチュエータに対しては、サーボ情報からのトラック範囲内の位置情報を示すバースト復調信号からのみ検出された位置誤差データに

基づいて、それぞれのアクセス中でないヘッドを搭載した微動アクチュエータの変位を制御する。さらに、中央値選択手段としての機能は、情報の記録または再生を行う目標トラックに、ヘッドをアクセス中か否かを各ヘッド毎に示す、それぞれのアクセス指令データを入力し、各アクセス指令データに応じて、目標トラックにアクセス中であるヘッドを搭載した微動アクチュエータの相対変位データを選択し、選択した各相対変位データの中から、中央値データとする相対変位データを選択する、とした構成である。

【0097】この構成により、中央値選択手段としての機能は、目標トラックへのアクセスが必要なヘッドに対して、順次位置決めサーボ制御を行う。このとき、正方向と負方向とに最大に変位している両微動アクチュエータによる変位幅の中での中央を目標に、粗動アクチュエータの駆動によるヘッド支持機構が移動しているため、全体的に見た粗動アクチュエータによる移動量は低く抑えられる。さらに、微動制御手段としての機能により、記録や再生の処理が終了したヘッドおよび微動アクチュエータは、ヘッド支持機構の中心線上にほぼ位置した状態を継続しながら、次の処理まで待機するように制御される。すなわち、ヘッド支持機構の中心線上にほぼ位置した状態は、微動アクチュエータにとって機構的に最も安定した状態であり、またそれぞれの目標位置に向けて、微動アクチュエータが変位することを抑えている。このため、微動アクチュエータの変位により振動が発生する頻度を低く抑えられ、位置決め精度の劣化を引き起こすことなく、安定にヘッドの位置決めを行うことができる。

【0098】また、本発明のヘッド位置決め制御プログラムは、中央値データを選択するための各相対変位データの数が偶数の場合は、2つある中央値データのうち、相対変位データの大きさが小さい方の相対変位データを中央値データとして選択する、とした構成である。

【0099】この構成により、中央値信号を選択するための各相対変位信号の数が偶数の場合も、本発明のヘッド位置決め装置が実現できる。

【0100】また、本発明のヘッド位置決め制御プログラムを記録したディスクは、本発明のヘッド位置決め制御プログラムを記録した領域を有する機械読み取り可能な構成である。

【0101】この構成により、ヘッド位置決め制御プログラムを記録したディスクより、本発明のヘッド位置決め制御プログラムを読み出し、実行することで、安定なヘッド位置決め制御が可能なヘッド位置決め装置を提供できることとなる。

【0102】また、本発明の情報記録再生装置は、本発明のヘッド位置決め装置を具備した構成である。

【0103】この構成により、本発明のヘッド位置決め装置を動作させることで、安定なヘッド位置決め制御が

可能な情報記録再生装置を提供できることとなる。

【0104】また、本発明の情報記録再生装置は、本発明のヘッド位置決め制御プログラムを具備した構成である。

【0105】この構成により、本発明のヘッド位置決め制御プログラムを実行することで、安定なヘッド位置決め制御が可能な情報記録再生装置を提供できることとなる。

【0106】また、本発明の情報記録再生装置は、本発明のヘッド位置決め制御プログラムを記録した領域を有する機械読み取り可能なディスクを具備した構成である。

【0107】この構成により、ディスクより本発明のヘッド位置決め制御プログラムを読み出し、実行することで、安定なヘッド位置決め制御が可能な情報記録再生装置を提供できることとなる。

【0108】本発明は、また、情報記録再生装置にかかわるものでもある。すなわち、回転自在な情報記録ディスクと、前記ディスクに対してアクセスを行う記録／再生用のヘッドと、前記ヘッドを微小変位させる微動アクチュエータと、前記微動アクチュエータを支持するヘッド支持機構と、前記ヘッド支持機構を駆動する粗動アクチュエータと、前記ヘッドを前記粗動アクチュエータと微動アクチュエータとの2ステージアクチュエータ方式で位置制御するヘッド位置決め装置とを備えた情報記録再生装置であって、前記微動アクチュエータが圧電素子を利用して構成され、さらに、前記ヘッド位置決め装置が上述した各態様のヘッド位置決め装置のいずれかの態様に構成されている情報記録再生装置である。

【0109】本発明の情報記録再生装置によれば、すでに説明したように、電気化学反応による圧電素子の特性劣化が生じるしきい値に対して、圧電素子の駆動信号のレベルを前記しきい値以下に制限するので、駆動信号レベルが高いことに起因して圧電素子が電気化学反応による腐食で特性が劣化する、といった課題を解決できる。その結果、目標トラックに対するヘッドの高速高精度な位置決め機能を長期間にわたって持続させることができる（長寿命化）。それゆえに、情報記録再生装置における充分な高記録密度化を実現することができる。

【0110】

【発明の実施の形態】以下、本発明にかかわるヘッド位置決め装置の好ましい実施の形態を図面に基づいて説明する。

【0111】磁気ディスク装置においては、ディスクの偏心に起因して、ディスクの回転に同期した外乱（回転同期外乱）が生じる。以下の実施の形態1～6では、この回転同期外乱を補償するとともに、電気化学反応による圧電素子の特性劣化を防止する。

【0112】（実施の形態1）本発明の実施の形態1を図1～図14に基づいて説明する。図1において、1は

磁気ディスク、2は記録ヘッドと再生ヘッドとからなる複合型の磁気ヘッド、3はヘッドスライダ、4はヘッド支持機構、5は位置決め機構、51はボイスコイルモータ（VCM）で構成された粗動アクチュエータ、52は圧電素子（PZT素子）を含むマイクロアクチュエータ（MA）で構成された微動アクチュエータ、6は位置決め制御部、7はスピンドルモータ、8は回転軸、10は筐体、60はヘッド位置検出部、61は状態推定部、62は微動制御部、63は粗動制御部、64は微動駆動部、65は粗動駆動部、66は駆動信号制限部、1000は微動制御部62と微動駆動部64と駆動信号制限部66とで構成された微動制御系、2000は粗動制御部63と粗動駆動部65とで構成された粗動制御系、81はディスク偏心などに起因する回転同期外乱に対してヘッド2を目標トラックに追従させるための外乱補償部である。

【0113】複合型のヘッド2は、巨大磁気抵抗効果を応用したGMRヘッドである再生ヘッドと誘導型のインダクティブ磁気ヘッドである記録ヘッドとから構成され、スライダ3に搭載されている。状態推定部61は、FIG. 2に示すように、VCMからなる粗動アクチュエータ51とMAからなる微動アクチュエータ52の数式モデルとして構成されている。すなわち、状態推定部61は、VCM状態推定部611とMA状態推定部612とを備えている。ヘッド支持機構4は、スライダ3を支持することを介してヘッド2をディスク1に対向して支持している。粗動アクチュエータ51が回転軸8を中心としてヘッド支持機構4を回動駆動することにより、ヘッド2を微動アクチュエータ52とともに移動させる。また、微動アクチュエータ52は、ヘッド支持機構4とスライダ3との間に配置され、スライダ3を駆動して、ヘッド2をディスク1の目標トラックに対して位置決めする。粗動アクチュエータ51は、目標トラックへ向けてのヘッド2の大まかな位置決め制御を行い、微動アクチュエータ52は精密な位置決め制御を行う。なお、後述する実施の形態8では、ディスク1が同軸状に複数あり、これに対応してヘッド2、スライダ3、微動アクチュエータ52およびヘッド支持機構4が複数あり、粗動アクチュエータ51で複数のヘッド支持機構4を一括的に移動するものもある。

【0114】以下、磁気ディスク装置におけるサーボ系の動作シーケンスを説明する。ヘッド2は、粗動アクチュエータ51と微動アクチュエータ52とからなる2ステージアクチュエータによってディスク1上を移動され、両アクチュエータの協働によりヘッド2は目標トラックにオントラックするように制御される。ヘッド2における再生ヘッドは、ディスク1上にあらかじめ書き込まれている位置情報としてのサーボパターンを検出し、その検知信号を位置決め制御部6におけるヘッド位置検出部60に送る。ヘッド位置検出部60は、受け取った

位置情報に基づいてヘッド 2 の現在位置を検出し、ヘッド位置信号 Phd として微動制御部 6 2 と状態推定部 6 1 に与える。

【0115】次に、微動制御系 1000 について説明する。微動制御系 1000 は、図 3 に示すように、減算器 6 2 S と、微動制御部 6 2 と、微動アクチュエータ 5 2 の状態推定部である状態推定部 6 1 における MA 状態推定部 6 1 2 と、駆動信号制限部 6 6 と、微動駆動部 6 4 とで構成されている。ヘッド位置検出部 6 0 からのヘッド位置信号 Phd は、減算器 6 2 S に入力され、減算器 6 2 S において目標位置信号 R とヘッド位置信号 Phd との差分が取られ、その差分の結果の位置誤差信号 Pe(B) が微動制御部 6 2 に与えられる。微動制御部 6 2 は、位置誤差信号 Pe(B) と、状態推定部 6 1 における MA 状態推定部 6 1 2 (図 2、図 3 参照) からの推定速度信号 Ve(B) および推定外乱信号 Fe(B) を入力し、微動制御信号 C(B) を生成し、駆動信号制限部 6 6 へ出力する。

【0116】図 2、図 3 に示すように、駆動信号制限部 6 6 からの実微動制御信号 C(B)<sub>i</sub> が MA 状態推定部 6 1 2 にフィードバックされている。MA 状態推定部 6 1 2 は、ヘッド位置検出部 6 0 からのヘッド位置信号 Phd と駆動信号制限部 6 6 からの実微動制御信号 C(B)<sub>i</sub> とを入力し、これら両信号に基づいて、ヘッド 2 の移動速度およびヘッド 2 に加わる外乱 (力外乱、位置外乱) を推定し、微動アクチュエータ 5 2 に関する推定変位信号 Xe(B)、推定速度信号 Ve(B) および推定外乱信号 Fe(B) を演算し、推定速度信号 Ve(B) と推定外乱信号 Fe(B) を微動制御部 6 2 へ出力するとともに、推定変位信号 Xe(B) を減算器 6 1 2 S へ出力する。減算器 6 1 2 S は、ヘッド位置信号 Phd から推定変位信号 Xe(B) を減算して補正位置信号 Phd<sub>2</sub> を演算し、MA 状態推定部 6 1 2 へフィードバックする。

【0117】微動制御部 6 2 において、位置誤差信号 Pe(B)、推定速度信号 Ve(B) および推定外乱信号 Fe(B) は、それぞれに位置誤差フィードバックゲイン 6 2 1、速度フィードバックゲイン 6 2 2、外乱量フィードフォワードゲイン 6 2 3 が乗算された後、加算器 6 2 A で加算されて位置誤差信号 Pe(B) を 0 に近づけるようにするための微動制御信号 C(B) が演算され、駆動信号制限部 6 6 に出力される。なお、微動制御部 6 2 の構成については、入力した位置誤差信号 Pe(B) に対して、比例微分器 (位相進み補償器) と積分器の各係数を乗じて微動制御信号 C(B) を生成するように構成してもよい。

【0118】微動制御部 6 2 が出力した微動制御信号 C(B) を直接に微動駆動部 6 4 に与えるのではなく、その前に駆動信号制限部 6 6 に与える。駆動信号制限部 6 6 は、微動アクチュエータ 5 2 を構成する圧電素子 (PZT 素子) の特性劣化が生じるしきい値以下で微動アクチュエータ 5 2 を駆動するように微動制御信号 C(B) のレベルを制限し、実微動制御信号 C(B)<sub>i</sub> を生成して微動駆

動部 6 4 に出力する。実微動制御信号 C(B)<sub>i</sub> を入力した微動駆動部 6 4 は、微動駆動信号 u(B) を生成して微動アクチュエータ 5 2 に出力し、微動アクチュエータ 5 2 を制御駆動する。駆動信号制限部 6 6 が出力する実微動制御信号 C(B)<sub>i</sub> が MA 状態推定部 6 1 2 にフィードバックされる。

【0119】次に、粗動制御系 2000 について説明する。粗動制御系 2000 は、図 4 に示すように、減算器 6 3 S と、粗動制御部 6 3 と、粗動アクチュエータ 5 1 の状態推定部である VCM 状態推定部 6 1 1 とで構成されている。状態推定部 6 1 における VCM 状態推定部 6 1 1 は、ヘッド位置検出部 6 0 から入力したヘッド位置信号 Phd に基づいてヘッド 2 の現在位置を推定し、推定変位信号 Xe(S) を出力する。VCM 状態推定部 6 1 1 は、図 4 に示すように、フィードバックされてきた補正位置信号 Phd<sub>2</sub> と粗動制御部 6 3 からの粗動制御信号 C(S) に基づいて、ヘッド 2 の移動速度およびヘッド 2 に加わる外乱 (力外乱、位置外乱) を推定し、粗動アクチュエータ 5 1 に関する推定変位信号 Xe(S)、推定速度信号 Ve(S) および推定外乱信号 Fe(S) を演算する。そして、推定速度信号 Ve(S) と推定外乱信号 Fe(S) を粗動制御部 6 3 へ出力するとともに、推定変位信号 Xe(S) を減算器 6 1 1 S へ出力する。減算器 6 1 1 S は、ヘッド位置信号 Phd から推定変位信号 Xe(S) を減算して、補正位置信号 Phd<sub>2</sub> を演算し、VCM 状態推定部 6 1 1 へフィードバックする。

【0120】外乱補償部 8 1 は、ディスク 1 の偏心などに起因する回転同期外乱のために起きる目標トラックからのヘッド 2 の位置ずれに相当する外乱誤差信号 Q を生成し、出力する。外乱補償部 8 1 からの外乱誤差信号 Q と VCM 状態推定部 6 1 1 からの推定変位信号 Xe(S) とが加算器 8 1 A において加算され、補正相対変位信号 Phd<sub>3</sub> として出力される。減算器 6 3 S において目標位置信号 R と補正相対変位信号 Phd<sub>3</sub> との差分が取られ、補正相対変位信号 Pe(S) として粗動制御部 6 3 に与えられる。

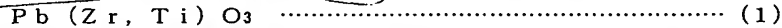
【0121】粗動制御部 6 3 において、補正相対変位信号 Pe(S)、推定速度信号 Ve(S) および推定外乱信号 Fe(S) は、それぞれに位置誤差フィードバックゲイン 6 3 1、速度フィードバックゲイン 6 3 2、外乱量フィードフォワードゲイン 6 3 3 が乗算された後、加算器 6 3 A で加算されて補正相対変位信号 Pe(S) を 0 に近づけるようにするための粗動制御信号 C(S) が演算され、粗動駆動部 6 5 に出力されるとともに、VCM 状態推定部 6 1 1 にフィードバックされる。なお、フィードフォワード的に与えるように構成してもよい。また、粗動制御部 6 3 の構成については、入力した補正相対変位信号 Pe(S) に対して、比例微分器 (位相進み補償器) と積分器の各係数を乗じて粗動制御信号 C(S) を生成するように構成してもよい。



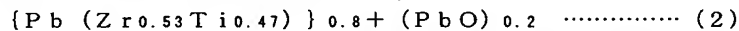
【0122】粗動制御信号C(S)を入力した粗動駆動部65は、粗動駆動信号u(S)を生成して粗動アクチュエータ51に出力し、粗動アクチュエータ51を制御駆動する。

【0123】粗動制御部63は、粗動アクチュエータ51によるヘッド移動量の推定量と目標位置との差である位置誤差と、状態推定部61におけるVCM状態推定部611からの推定値とから粗動制御量を演算する。これは、微動アクチュエータ52によるヘッド移動量が常にゼロに収束するように微動アクチュエータ52の目標位置と移動量との位置誤差を演算することと同じである。そして、この位置誤差に外乱補償部81の出力である回転同期外乱による位置誤差を打ち消すための変位量すなわち外乱誤差信号Qを加えて粗動制御部63に対する補正された相対変位信号すなわち補正相対変位信号Pe(S)としている。ここで、外乱補償部81の出力は、製造時あるいは初期起動時に学習した偏心量、すなわち回転同期外乱による位置誤差量をメモリに記憶しておいた値とすることができる。

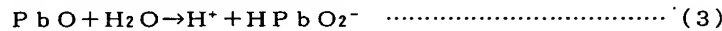
【0124】以上が、各アクチュエータ制御系の動作シ\*20



で表される。このPZT素子は、一般には粉体製造と焼成工程により焼結化することで製造される。また、薄膜のPZT素子はゾルゲル法やCVD法（化学的气相成※



などがある。これは、Zr:Tiの比が53:47で、PbOが20%過剰に含まれている素子である。この酸化鉛PbOは、プロセス時に素子中に入る水分、あるいは動作時において雰囲気中から素子内に入り込む水分に★



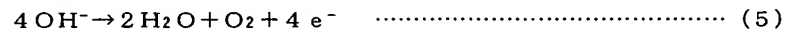
PH<9のとき、



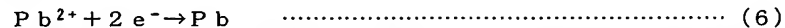
よって、図6に示すように、酸化鉛PbOは、PH=9近傍で最も安定であり、酸性になるにつれ、鉛イオンPb<sup>2+</sup>が発生する。すなわち、PZT素子内の酸化鉛PbOは素子内に入った水分と反応して鉛イオンとなる。

【0129】図7に示すように、PZT素子の両側にP☆

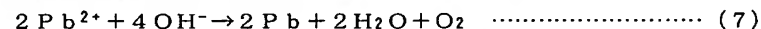
正極側



負極側



式(5)より、正極側では水酸化イオンから水と酸素が発生し、式(6)より、負極側には鉛が析出することに◇



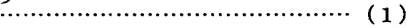
すなわち、PZT素子に電圧を加えて微動アクチュエータ52を駆動することによって鉛が電極に析出する。そして、最終的には正負の電極が鉛によってショート（短絡）してしまう可能性がある。

【0132】上記はPZT素子に対して過剰に含まれているPbOについての説明であったが、PZT素子自体

\*ーケンスである。

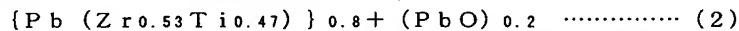
【0125】図5(a)～図5(d)に示すように、ヘッド支持機構4に対してフレクシャ（フレキシブルプリント配線板）9を介してスライダ3が支持されており、フレクシャ9上に設けられた微動アクチュエータ52がスライダ3を駆動するように構成されている。微動アクチュエータ52は、一対のアクチュエータ片52a、52bからなり、それぞれのアクチュエータ片は、上側電極521と圧電素子522と下側電極523とで構成されている。2つの圧電素子はプッシュプルで駆動され、圧電素子のひずみ量が、拡大機構によってスライダ3およびその上のヘッド2の変位量に変換される構成となっている。拡大機構は、スライダ3がピボット中心に回転することによってヘッドも揺動運動する機構であるとともに、ここではスライダの重心と回転中心とが一致している。

【0126】次に、圧電素子の電気化学反応による腐食について、圧電素子がPZT素子の場合を例に説明する。PZT素子は代表的なセラミック圧電材料の1つであり、化学記号は、



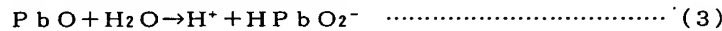
※長）、スパッタリングなどにより成膜されている。

【0127】PZT薄膜の例としては組成式で、



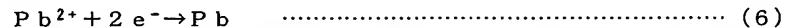
★よって電気化学反応が発生する。酸化鉛PbOの化学反応は次の通りである。

【0128】PZT素子内の水素イオン指数PH:PH>9のとき、



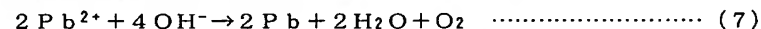
☆t電極が配置され、電圧が加えられる。この場合の正極側、負極側における鉛の析出を含む電気化学反応は次のような化学式で表される。

【0130】



◇なる。この反応をまとめると次のようになる。

【0131】



の構成要素の鉛Pb成分についても、電圧印加に伴う水の電気分解によって、鉛イオンが析出する。

【0133】水の電気分解（電気化学反応）は次のようになる。

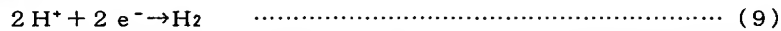
【0134】

41

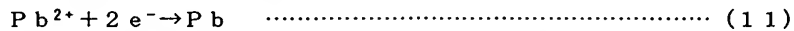
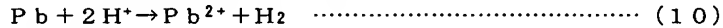
正極側



負極側



正極側では酸素が発生し、負極側には水素イオンが引き付けられ、水素が発生する。ここで、負極近傍では P Z T 素子内の鉛が水素に比べてイオン化傾向が高いため \*



すなわち、水の電気分解で発生した水素イオンによって鉛がイオン化し、さらにはその鉛イオンが負極電極に析出する。

【0136】しかしながら、鉛の析出や電気分解などの化学反応は、ある電圧のしきい値を超えて急激に反応が加速されるという特徴がある。

【0137】電気化学反応における加えられる電圧（電位差）と P Z T 素子に流れる電流との関係を表す図 8 より、電位差 V1 以上で反応が進み、電気分解に比例して素子内を流れる電流が大きくなっていく。この反応が進み出す電位は理論分解電圧と呼ばれる。理論分解電圧は式（5）と式（6）の反応で 0.572V であり、式（8）と式（9）の反応で 1.229V である。電位差 V1 が鉛の理論分解電圧を表し、電位差 V2 が水の理論分解電圧を表している。

【0138】ところが、実際に電気分解が進み酸素が発生するためには理論分解電圧に酸素過電圧と呼ばれる電圧を加える必要がある。すなわち、理論分解電圧に酸素過電圧を加えた電圧を印加することにより、電気化学反応が進むことになる。この酸素過電圧は 0.37～0.47V 程度である。言いかえると、P Z T 素子に電圧を加えて微動アクチュエータを制御駆動する場合、式（5）と式（6）の反応が進行する電圧値は、 $0.527\text{V} + (0.37 \sim 0.47\text{V}) \approx 0.9 \sim 1.0\text{V}$

となる。また、式（8）と式（9）の反応が進行する電圧値は、 $1.229\text{V} + (0.37 \sim 0.47\text{V}) \approx 1.6 \sim 1.7\text{V}$

となる。すなわち、1V 以下では、鉛の析出する電気化学反応はほとんど進行しない。また、雰囲気環境の影響も約 1.7V 以下であれば、水の電気分解によって加速されて鉛の析出する電気化学反応はほとんど進行しない。

【0139】実際には、以下の理由により、圧電素子には ±10V 以下の任意の電圧が位置誤差に応じて加えられる。

【0140】本実施の形態のような微動アクチュエータの場合、磁気ヘッドの位置によって電極の正負が絶えず変化するため、両側の電極に鉛 Pb が析出することになる。P Z T 素子は、その厚みが μm オーダーと薄い

\*に、以下のような化学反応が発生する。

【0135】

10 め、析出した鉛 Pb によってショート（短絡）が発生し、その結果として、P Z T 素子が破壊されるおそれがある。しかしながら、上述したように鉛 Pb と水の化学反応も水の電気分解と定性的には同じで、分解反応の発生しない（加速されない）しきい値電圧が存在する。言いかえれば、実用上、P Z T 素子としての特性が保証される鉛 Pb の析出量、化学反応速度の範囲内となるしきい値電圧が存在することになる。

【0141】図 9 は、微動アクチュエータの P Z T 素子に電圧を加えたときの電圧 V [V] と電流 I [μA] の関係を示している。横軸が印加電圧、縦軸が P Z T 素子内を流れる電流である。図より、印加電圧 50V 近傍で急激に P Z T 素子内を流れる電流が増加している。印加電圧が 0～50V の範囲では、印加電圧 V と P Z T 素子内を流れる電流 I とは比例係数が十分に小さい比例関係にあり、電気抵抗値  $R = V/I = 1.0 \times 10^6 [\Omega] = 1.0 [\text{M}\Omega]$  となっている。印加電圧が 50V を超える範囲では、 $V/I = 7.0 \times 10^3 [\Omega]$  であり、電気抵抗値は大幅に小さくなっている。

【0142】図 10 は、図 9 をもとに印加電圧と P Z T 素子の電気抵抗値 R の関係を示している。印加電圧 50V を境に 10MΩ あった電気抵抗が 70～100kΩ 程度まで低下している。さらに印加電圧を上げると、急激に抵抗値が低下している。低すぎる領域で使用すると、微動アクチュエータの破壊を招く。

【0143】そこで、この急激な電気抵抗変化点である電圧以下の範囲において P Z T 素子利用の微動アクチュエータを駆動するようにすれば、実用上、電気化学変化による P Z T 素子のショート、微動アクチュエータの破壊を防止することが可能である。

【0144】さらに検討を進めると、電気抵抗変化点は P Z T 素子の膜質、膜厚によって変化する。膜質に対する依存は製造上の課題である。膜厚に対する依存性については、その特性を理解した上での駆動が必要である。

【0145】図 11 は、P Z T 素子の膜厚  $t = 1 \sim 5 \mu\text{m}$  の場合の印加電圧 V と P Z T 素子に加わる電界  $E = V/t$  の関係を示している。ここで、微動アクチュエータを構成する P Z T 素子の膜厚  $t$  を  $2.5 \mu\text{m}$  とすると、前記した印加電圧 50V 以下は、電界は  $20\text{V}/\mu\text{m}$  以下に相当する。

【0146】さらに、許容印加電圧に対して安全係数



0.2 を乗じて、バイアス電圧を分解電圧以下の 0 V、印加電圧のしきい値を  $\pm 10$  V とした。すなわち、この条件においては、電流を  $1 \mu\text{A}$  以下に抑えて使用することができ、微動アクチュエータの破壊はもとより、圧電素子のショートについては、これを確実に回避することができる。

【0147】すなわち、微動アクチュエータ 52 はヘッド 2 の現在位置と目標位置との誤差をゼロにし、粗動アクチュエータ 51 は微動アクチュエータ 52 の移動量をゼロにするように、ひいては目標位置と微動アクチュエータ 52 によるヘッド移動量との位置誤差をゼロにするように位置決め制御を行う。この制御方式により、微動アクチュエータ 52 は動作範囲の中心付近で小さい駆動電圧で制御駆動することによって位置決め性能を改善している。

【0148】さらに、ディスク回転に同期した外乱による位置誤差はその誤差量が大きいため、微動アクチュエータ 52 ですべて補償しようとした場合、駆動電圧がしきい値電圧を超えてしまう。そこで、ディスク回転に同期した外乱による位置誤差の補償は、外乱補償部 81 によって粗動制御部 63 と粗動アクチュエータ 51 で補償し、微動アクチュエータ 52 を微小な範囲で制御駆動しながら位置決め精度を改善している。このとき微動アクチュエータ 52 への出力は、駆動信号制限部 66 で圧電素子の電気化学反応が加速される電圧であるしきい値電圧以下に設定される。

【0149】本実施の形態では、位置誤差が大きい低周波数の回転同期外乱の補償を粗動アクチュエータ 51 で行うとともに、駆動信号制限部 66 により上記のしきい値電圧以下において、PZT 素子で構成される微動アクチュエータ 52 を駆動制御する。

【0150】次に、図 12～図 14 に本実施の形態における 1 実施例のシミュレーション結果を示す。シミュレーション条件は、次の通りである。

【0151】回転数：12000 r/min

トラック密度：45000 track/inch

トラックピッチ：0.56  $\mu\text{m}$

サンプリング周波数：20 kHz

サーボ帯域：1.5 kHz

駆動信号制限部のしきい値：1.2 V

図 12 は回転同期外乱の時間応答を示している。振れ幅は 0.7  $\mu\text{m}$  となっている。

【0152】図 13 (a)～(c) が本実施の形態の条件で、微動アクチュエータ 52 のサーボループに駆動信号制限部 66 を有し、粗動アクチュエータ 51 のサーボループに外乱補償部 81 を有する場合である。図 14

(a)～(c) は比較例の制御駆動方法で、上記の駆動電圧制限部と外乱補償部は有していない場合である。図 13 (a) と図 14 (a) はトラックフォロ잉時のヘッド位置誤差信号であり、図 13 (b) と図 14

(b) がそのときの粗動アクチュエータ 51 の駆動電流であり、図 13 (c) と図 14 (c) がそのときの微動アクチュエータ 52 の駆動電圧である。

【0153】シミュレーション結果は、図 13 (a) および図 14 (a) との比較により、トラックフォロ잉の場合で、共に位置誤差がトラックピッチの 10% にオントラックされている。微動アクチュエータ 52 の駆動電圧については、図 13 (c) に示す本実施の形態の場合は、1 V 以下である。図 14 (c) に示す比較例の場合には、最大 2.5 V となっている。また、図 13 (b)、図 14 (b) より、粗動アクチュエータ 51 の駆動電流については、大きさはほとんど同じレベルであるが、微動アクチュエータ 52 の駆動電圧に対する位相が異なっている。この場合、共に位置決め精度はトラックピッチの 10% 以内を達成しているが、比較例の場合、微動アクチュエータ 52 の駆動電圧が大きく、変位特性の性能劣化ひいては信頼性を損なってしまうことになる。さらに、比較例の場合には、駆動電圧に対する駆動電流の位相が逆相である。これは、比較例の場合では、微動アクチュエータと粗動アクチュエータの制御帯域が異なるため、高帯域駆動される微動アクチュエータと低域で駆動される粗動アクチュエータの位相が異なり、回転同期外乱を補償しようとする相互の動作が力外乱となっている。これに対して、本実施の形態では、外乱補償部 81 を付け加えることによって微動アクチュエータ 52 と粗動アクチュエータ 51 の位相を同相とすることができる。その結果、微動アクチュエータ 52 と粗動アクチュエータ 51 とが協調して、同じ方向の位置誤差として回転同期外乱を補償し、微動アクチュエータ 52 を低電圧駆動しても、高精度のヘッド位置決めを実現することができる。

【0154】以上をまとめると、ディスク偏心などに起因して生じる回転同期外乱を補償してヘッドを目標トラックに追従させるに当たり、粗動制御系 2000 で回転同期外乱に対する補償を行うことにより、微動アクチュエータ 52 における圧電素子の負担を軽減した状態で、さらに微動アクチュエータ 52 における圧電素子に対する駆動信号のレベルを、電気化学反応による腐食で圧電素子に特性劣化が生じるしきい値以下に制限している。その結果、特性が劣化することがない。その相乗効果によって、目標トラックに対するヘッドの高速高精度な位置決め機能を長期間にわたって持続させることができる。それゆえに、ひいては、高記録密度のディスク装置の実現に有効に作用する。

【0155】本実施の形態をソフトウェアで展開すると、次の各ステップを有するヘッド位置決め制御方法となる。

【0156】(1) ステップ 1…ヘッドにより再生されるディスク上のサーボ情報からのヘッド位置データと前記ヘッドを目標位置に位置決めするための目標位置デー

タとの位置誤差を位置誤差データとする。

【0157】(2) ステップ2…前記位置誤差データに基づいて前記ヘッドの微動アクチュエータの変位量を制御する微動制御データを生成する。

【0158】(3) ステップ3…前記微動制御データを前記微動アクチュエータに出力するのであるが、これに際して、前記微動アクチュエータを構成する圧電素子の電気化学反応による特性劣化が生じるしきい値で前記微動制御データを制限した実微動制御データを生成し、この実微動制御データを前記微動制御データに置き換えて出力する。

【0159】(4) ステップ4…前記ヘッドの粗動アクチュエータまたは前記微動アクチュエータの変位量に対応した相対変位データを入力する。

【0160】(5) ステップ5…ディスク回転同期外乱による位置誤差に基づいた外乱誤差データを前記相対変位データに加算した結果を補正相対変位データとして生成する。前記補正相対変位データに基づいて前記粗動アクチュエータの変位量を制御する粗動制御データを生成する。

【0161】(6) ステップ6…前記粗動制御データに基づいた信号を粗動駆動信号として前記粗動駆動アクチュエータに出力する。

【0162】上記の(1)～(3)の組と(4)～(6)の組とは、同時進行の並行処理でもよいし、いずれか一方を先行する順序処理でもよい。

【0163】このヘッド位置決め制御方法によれば、ディスク回転同期外乱に対する補償を良好に行いながら、駆動信号レベルが高いことに起因して発生する圧電素子の特性劣化の課題を解決することができ、目標トラックに対するヘッドの高速高精度な位置決め機能を長期間にわたって持続させることができる。それゆえに、ひいては、高記録密度のディスク装置の実現に有効に作用する。

【0164】(実施の形態2) 本発明の実施の形態2を図15に基づいて説明する。図15において、実施の形態1と同一の構成要素については、図1と同一の符号を付している。本実施の形態においては、ヘッド位置検出部60の次段に回転同期の誤差測定部82が配され、この誤差測定部82の次段に外乱補償部81が配されている。誤差測定部82は、位置誤差信号Phdに基づいてディスク回転に同期した外乱による位置誤差量を演算して位置誤差信号Phdsを生成し、外乱補償部81に与える。外乱補償部81は、入力した位置誤差信号Phdsに基づいて補償のための外乱制御信号Qiを生成し、出力する。粗動制御部63からの粗動制御信号C(S)と外乱補償部81からの外乱制御信号Qiが加算器73Aで加算され、その加算の結果の補正粗動制御信号C(S)iが粗動駆動部65へ与えられるとともに、状態推定部61におけるVCM状態推定部611にフィードバックされ

る。このように構成しても、上記実施の形態1と同様の効果が得られる。その他の構成および動作については、実施の形態1と同様であるので説明を省略する。

【0165】(実施の形態3) 本発明の実施の形態3を図16に基づいて説明する。図16において、実施の形態1と同一の構成要素については、図1と同一の符号を付している。本実施の形態においては、同期外乱の補償調節部83が追加されている。補償調節部83は、入力した外乱誤差信号Qに対して微動制御部62用と粗動制御部63用とに重み付けを行い、それぞれ微動位置誤差信号Q(B)および粗動位置誤差信号Q(S)として分配し、微動制御部62側の加算器74Aと粗動制御部63側の加算器75Aに出力するものである。

【0166】微動制御系1000では、ヘッド位置信号Phdに微動位置誤差信号Q(B)が加えられて補正位置誤差信号Phdsとされる。粗動制御系2000では、推定値である相対変位信号Phdsに粗動位置誤差信号Q(S)が加えられて補正位置誤差信号Phdとされる。その他の構成および動作については、実施の形態1と同様であるので説明を省略する。

【0167】本実施の形態によれば、微動制御系1000の動作による制御量と粗動制御系2000の動作による制御量とが影響し合う条件下でも、両者への重み付け配分により回転同期外乱を補償しながら、駆動信号レベルが過大であることに起因する特性劣化から圧電素子を保護するという機能を良好に確保できる。

【0168】(実施の形態4) 本発明の実施の形態4を図17に基づいて説明する。図17において実施の形態1と同一の構成要素については、図1と同一の符号を付している。本実施の形態においては、ヘッド位置検出部60の次段に回転同期の誤差測定部82が配され、誤差測定部82の次段に回転同期の外乱補償部81が配され、外乱補償部81の次段に同期外乱の補償調節部83が配されている。誤差測定部82は、位置誤差信号Phdに基づいてディスク回転に同期した外乱による位置誤差量を演算して位置誤差信号Phdsを生成し、外乱補償部81に与える。外乱補償部81は、入力した位置誤差信号Phdsに基づいて補償のための外乱制御信号Qiを生成し、出力する。補償調節部83は、入力した外乱制御信号Qiに基づいて、同期外乱の粗動制御信号Q(S)iおよび微動制御信号Q(B)iを生成する。

【0169】粗動制御部63からの粗動制御信号C(S)と補償調節部83からの同期外乱の粗動制御信号Q(S)iが加算器76Aで加算され、その加算の結果の補正粗動制御信号C(S)i'が粗動駆動部65へ与えられるとともに、状態推定部61におけるVCM状態推定部611にフィードバックされる。

【0170】また、微動制御部62からの微動制御信号C(B)と補償調節部83からの同期外乱微動制御信号Q(B)iが加算器77Aで加算され、その加算の結果の補正

微動制御信号 C (B)' が駆動信号制限部 66 を介して微動駆動部 64 に与えられるとともに、状態推定部 61 における MA 状態推定部 612 にフィードバックされる。

【0171】このように構成しても、上記実施の形態 2 と同様の効果が得られる。その他の構成および動作については、実施の形態 1 と同様であるので説明を省略する。

【0172】（実施の形態 5）本発明の実施の形態 5 を図 18 に基づいて説明する。図 18 において実施の形態 1 と同一の構成要素については、図 1 と同一の符号を付している。本実施の形態においては、微動制御部 62 と微動駆動部 64 との間に高周波フィルタ 70 が介挿され、粗動制御部 63 と粗動駆動部 65 との間に低周波フィルタ 71 が介挿されている。粗動制御部 63 からの出力である粗動制御信号 C (S) が低周波帯域のみを通過させる低周波フィルタ 71 を通して粗動駆動部 65 に入力されているところである。

【0173】微動制御系 1000 において、微動制御部 62 からの微動制御信号 C (B) は高周波フィルタ 70 に入力され、低域部分がカットされる。その結果、振幅が比較的小さくて高周波成分の多い機械的共振などの外乱に対応する状態に絞った微動制御信号 C (B)<sub>2</sub> に変換され、駆動信号制限部 66 に与えられる。例えば、カットオフ周波数を 600 Hz とすれば、120 Hz の回転同期外乱成分は 1/5 に圧縮される。また、回転同期の 1 次成分の外乱や定常偏差のための補償量を小さくし、微動アクチュエータへの指令電圧を小さくする。

【0174】また、粗動制御系 2000 において、粗動制御部 63 からの粗動制御信号 C (S) は低周波フィルタ 71 に入力され、高周波成分がカットされる。その結果、振幅が比較的大きく低周波成分の多い回転同期外乱に対応する状態に絞った粗動制御信号 C (S)<sub>2</sub> に変換され、粗動駆動部 65 に与えられる。例えば、カットオフ周波数を 6000 Hz とすれば、機械共振などの高域外乱成分は大幅に圧縮されることになる。

【0175】このように、補償する帯域を分業化することによって、微動アクチュエータでの変位量を小さくし、ひいては駆動電圧を分解電圧以下にすることが可能となる。その他の構成および動作については、実施の形態 1 と同様であるので説明を省略する。

【0176】（実施の形態 6）本発明の実施の形態 6 を図 19 に基づいて説明する。図 19 において実施の形態 1 と同一の構成要素については、図 1 と同一の符号を付している。本実施の形態においては、定常偏差の補償調節部 72 が追加されている。この補償調節部 72 は、微動制御部 62 からの微動制御信号 C (B) にかかわる定常偏差の補償信号 C (B)<sub>2</sub> と粗動制御部 63 からの粗動制御信号 C (S) にかかわる定常偏差の補償信号 C (S)<sub>2</sub> とを入力する。そして、微動制御系 1000 と粗動制御系 2000 とに重みを付けて配分して微動の定常偏差の補償信

号 C (B)<sub>3</sub> と粗動の定常偏差の補償信号 C (S)<sub>3</sub> とを生成し、出力する。加算器 78A において、微動制御信号 C (B) と定常偏差の補償信号 C (B)<sub>3</sub> とが加算され、補正微動制御信号 C (B)' として駆動信号制限部 66 に出力されるとともに、状態推定部 61 の MA 状態推定部 612 にフィードバックされる。また、加算器 79A において、粗動制御信号 C (S) と定常偏差の補償信号 C (S)<sub>3</sub> とが加算され、補正粗動制御信号 C (S)' として粗動駆動部 65 に出力されるとともに、状態推定部 61 の VCM 状態推定部 611 にフィードバックされる。

【0177】なお、回転同期の外乱補償部 81 については、図 15（実施の形態 2）のように構成してもよく、同様の効果が得られる。その他の構成および動作については、実施の形態 1 と同様であるので説明を省略する。

【0178】なお、上記した個々の実施の形態において、微動アクチュエータをサスペンション上に配置したが、スライダ上に配置しても同様の効果を得られる。また、微動アクチュエータと粗動アクチュエータとがそれぞれ独立に状態推定部を有していたが、これらを合体してモデル化した多入力多出力系の推定部の場合でも同様の効果が得られる。また、駆動信号制限部 66 のしきい値について、性能劣化速度および信頼性が要求される動作時間によって可変するのでもよい。また、しきい値を、シーク動作とトラックフォロ잉動作など動作モードに応じて可変しても同様の効果が得られる。

【0179】（実施の形態 7）本発明の実施の形態 7 を図 20～図 23 に基づいて説明する。すでに説明した実施の形態と同一の構成要素については、同一の符号を付している。

【0180】本実施の形態においては、図 21 に示すように、MA 状態推定部 612 は、演算で求めた推定変位信号 X<sub>e</sub>(B) を加算器 61A へ出力する。また、VCM 状態推定部 611 は、演算で求めた推定変位信号 X<sub>e</sub>(S) を加算器 61A へ出力する。加算器 61A は推定変位信号 X<sub>e</sub>(B) と相対変位信号 X<sub>e</sub>(S) を加算して推定ヘッド位置信号 Ph<sub>de</sub> を生成し、減算器 611S および減算器 612S へ出力する。減算器 612S は、ヘッド位置信号 Ph<sub>d</sub> から推定ヘッド位置信号 Ph<sub>de</sub> を減算して補正ヘッド位置信号 Ph<sub>d1</sub> を演算し、MA 状態推定部 612 へフィードバックする。また、減算器 611S は、ヘッド位置信号 Ph<sub>d</sub> から推定ヘッド位置信号 Ph<sub>de</sub> を減算して補正ヘッド位置信号 Ph<sub>d2</sub> を演算し、VCM 状態推定部 611 へフィードバックする。ここでは、しきい値を ±5 V とし、制御駆動を行った。また、C (B) = 0 の場合に微動アクチュエータ 52 に加えられるバイアス電圧を 0 V とした。

【0181】図 20、図 21 の構成に代えて図 24、図 25 のように構成してもよい。回転同期誤差を直接補償する場合、回転同期の誤差測定部 82 は、入力したヘッド位置信号 Ph<sub>d</sub> に基づいて位置誤差信号 Ph<sub>ds</sub> を生成

し、出力する。ディスク 1 の偏心などに起因するディスクの回転同期外乱のために、ヘッド 2 が目標トラックから位置ずれを起こすが、この位置ずれに相当するのが位置誤差信号 Phds である。回転同期の外乱補償部 8 1 は、誤差測定部 8 2 からの位置誤差信号 Phds より補償量として外乱誤差信号 Q を出力し、加算器 8 0 A で粗動制御信号 C (S) に加算される。外乱補償部 8 1 の出力は、製造時あるいは初期起動時に学習した偏心量、すなわち回転同期外乱による位置誤差量をメモリに記憶しておいた値としてもよい。

【0182】シミュレーション条件は、次の通りである。

【0183】回転数：12000 r/min  
トラック密度：45000 track/inch  
トラックピッチ：0.56 μm  
サンプリング周波数：20 kHz  
サーボ帯域：1.5 kHz  
駆動信号制限部のしきい値：5 V  
オフセット電圧：0 V

この場合、図 12、図 13 と同様の結果が得られた。

【0184】上記において、駆動信号制限部 6 6 のしきい値を 5 V、オフセット電圧を 0 V としたが、素子内を流れる電流が 5 μA 以下となる電圧設定としてもよい。さらに、性能劣化速度および信頼性が要求される動作時間の如何に応じてしきい値を可変するようにしてもよい。また、シーク動作とトラックフォローイング動作など動作モードに応じてしきい値を可変するようにしてもよい。

【0185】（実施の形態 8）以下では、複数のディスクが同軸状に配置され、各ディスクそれぞれに微動アクチュエータが配され、これら複数の微動アクチュエータを共通の粗動アクチュエータで一括的に移動させるする 2 ステージアクチュエータ方式のヘッド位置決め装置について説明する。

【0186】重要度に基づいて粗動アクチュエータ 5 1 を制御すると、図 39 および図 40 を用いて説明したように、ヘッド支持機構 4 の頻繁な移動、それに伴う各微動アクチュエータ 5 2 の振動が発生し、機構的な安定性に影響を与える。微動アクチュエータ 5 2 どのの相互干渉による機構的共振も生じる。すなわち、目標トラックへの位置決め制御を行うこと自体が目標トラックからの位置ずれを誘発する。その結果、ヘッド 2 の位置決め精度の劣化を引き起こす。ひいては、ヘッドによる目標トラックでの記録や再生にエラーが発生しやすくなる。

【0187】以下、本発明の実施の形態 8 について説明する。

【0188】本発明の実施の形態 8 を図 26 ～図 29 に基づいて説明する。同軸状に配置された複数のディスクに対応して、同一の構成要素が N 個あるとし、各要素を区分して説明する必要がある場合には、各符号の後に括

弧付きの区分番号 1 ～N を付す。

【0189】1 はディスク、2 はヘッド、3 はヘッドスライダ、4 はヘッド支持機構、5 は位置決め機構、8 は回転軸、11 は回転体、51 は粗動アクチュエータ、52 は微動アクチュエータであり、これらの構成要素は既述のとおり構成されたものである。位置決め制御部 6 A は、複数の微動位置決め制御部 1500 と、中央値選択部 101 と粗動制御系 2000 とを含んでいる。微動位置決め制御部 1500 および中央値選択部 101 の詳細が図 28 に示されている。

10

【0190】ヘッド支持機構 4、粗動アクチュエータ 51、微動アクチュエータ 52 およびスライダ 3 から構成された位置決め機構 5 は、位置決め制御部 6 A からの制御信号に基づいて駆動され、位置決めされる。位置決め制御部 6 A は、微動アクチュエータ 52 の変位量に応じた相対変位信号 x、ヘッド 2 がディスク 1 から読み取ったサーボ情報 s a および目標位置信号 R などに基づいて微動駆動信号 u (B) と粗動駆動信号 u (S) を生成し、これら両信号に基づいて微動アクチュエータ 52 および粗動アクチュエータ 51 の位置決め制御を行う。

20

【0191】微動アクチュエータ 52 は、ヘッド支持機構 4 の中心線 a 上の原点位置 Y1 からディスク 1 の半径方向の内外両方向に変位し、ヘッド 2 の微小な位置決めを行う。Y2 は原点位置 Y1 からヘッド 2 の現在位置までの変位量である。粗動アクチュエータ 51 による変位に微動アクチュエータ 52 の変位量 Y2 を合わせてヘッド位置 Y とする。ヘッド 2 を目標位置まで移動させ、目標トラックにオントラックさせる制御を行う。

30

【0192】ヘッド位置決め装置は、ヘッド 2、スライダ 3、微動アクチュエータ 52 および微動位置決め制御部 1500 をそれぞれ同数の複数個有している。各微動アクチュエータ 52 は、各微動位置決め制御部 1500 における微動制御系 1000 の各微動駆動信号 u (B) により、それぞれ微小変位するように制御される。粗動アクチュエータ 51 は、粗動制御系 2000 からの粗動駆動信号 u (S) により回転体 11 を駆動し、回転体 11 とともに、複数のヘッド支持機構 4、微動アクチュエータ 52 およびヘッド 2 が一括して移動される。

40

【0193】個々の微動位置決め制御部 1500 は、ヘッド 2 によってディスク 1 から再生されたサーボ情報 s a を入力し、サーボ情報 s a に含まれているヘッド 2 の現在位置を示すヘッド位置信号 Phd と目標位置信号 R とに基づいて微動駆動信号 u (B) を生成し、微動アクチュエータ 52 に出力する。微動アクチュエータ 52 は微動駆動信号 u (B) によって駆動制御され、微小変位を伴うヘッド 2 の位置決め制御を行う。原点位置 Y1 からのヘッド 2 の変位量を示す相対変位信号 x が微動アクチュエータ 52 において検出され、位置決め制御部 6 における中央値選択部 101 に出力される。

50

【0194】中央値選択部 101 は、N 個の相対変位信

号  $x(1) \sim x(N)$  の値をそれぞれ比較し、大きさの順に並べて順位付けし、順位がちょうど中央に位置する中央値をもつ  $s$  番目の相対変位信号を中央値信号  $x(s)$  として選択し、その選択された中央値信号  $x(s)$  を出力する。粗動制御系 2000 は、入力した中央値信号  $x(s)$  に基づいて粗動駆動信号  $u(S)$  を生成し、粗動アクチュエータ 51 に出力する。粗動アクチュエータ 51 は、粗動駆動信号  $u(S)$  に基づいて回転体 11 を移動させることで複数のヘッド支持機構 4 およびヘッド 2 を一括移動させ、位置決めを行う。

【0195】次に、本実施の形態のサーボ制御系を図 28 に基づいて説明する。微動位置決め制御部 1500 のヘッド位置検出部 60 は、入力したサーボ情報  $s_a$  より現在のヘッド位置  $Y$  に対応するヘッド位置情報を読み取る。数式モデルの仮想の加算器 91 によって粗動アクチュエータ 51 による原点位置  $Y_1$  の仮想信号と微動アクチュエータ 52 による変位量  $Y_2$  とを加算してヘッド位置  $Y$  とし、ヘッド位置  $Y$  の情報がサーボ情報  $s_a$  に含まれたモデルで示している。ヘッド位置  $Y$  の情報を入力したヘッド位置検出部 60 は、ヘッド位置信号  $Phd$  を出力する。

【0196】サーボ情報  $s_a$  は、位置情報として、トラックを識別するためのトラック番号や、トラックの範囲内での位置を整定するため利用するバースト信号を有している。バースト信号からはトラック範囲の中心からのヘッド 2 の位置ずれ量が得られるが、この位置ずれ量とトラック番号とを合わせた状態のヘッド位置信号  $Phd$  が出力される。減算器 92 において、目標位置信号  $R$  からヘッド位置信号  $Phd$  が減算され、位置誤差信号  $Pe(B)$  として微動制御系 1000 に出力される。微動制御系 1000 は、入力した位置誤差信号  $Pe(B)$  に対して所定の周波数特性および位相特性で位相補償し、所定のゲインで増幅する。この場合に、位置誤差信号  $Pe(B)$  に対して、既述の実施の形態と同様の、電気化学反応による圧電素子の特性劣化が生じるしきい値以下で微動アクチュエータ 52 を駆動する駆動信号レベルの制限処理を行って微動駆動信号  $u(B)$  を生成し、出力する。微動アクチュエータ 52 は、微動駆動信号  $u(B)$  に基づいてヘッド 2 の位置決めを行う。

【0197】一方、中央値選択部 101 の比較部 102 は、 $N$  個の相対変位信号  $x(1) \sim x(N)$  の大きさを比較した上で、大きさの順位番号付けを行い、順位が中央に位置する中央値信号  $x(s)$  を抽出し、その区分番号の選択信号  $s$  を選択部 103 に出力する。選択部 103 は、相対変位信号  $x(1) \sim x(N)$  の中から選択信号  $s$  に基づいて中央値信号  $x(s)$  を選択し、粗動制御系 2000 に出力する。粗動制御系 2000 は、入力した中央値信号  $x(s)$  に対して所定の周波数特性および位相特性で位相補償し、所定のゲインで増幅した上で粗動駆動信号  $u(S)$  として出力する。粗動アクチュエータ

51 は、粗動駆動信号  $u(S)$  に基づいて回転体 11 を駆動し、各ヘッド支持機構 4 を介してすべてのヘッド 2 を一括移動させる。

【0198】この粗動制御系 2000 での制御と上記の微動制御系 1000 での制御が同時に遂行され、各ヘッド 2 は微小な位置決めが行われる。具体的には、各ヘッド 2 それぞれの目標位置に向けて微動アクチュエータ 52 が変位した中で、中央に位置する微動アクチュエータ 52 が選択され、この選択された中央 1 つの微動アクチュエータ 52 と粗動アクチュエータ 51 とが協働してヘッドの位置決めを行う。粗動アクチュエータ 51 と協働するのが、比較例ではすべての微動アクチュエータ 52 であるのに対して、本発明では選択された中央 1 つのみの微動アクチュエータ 52 となっている。この場合、最終的には、中央に位置する微動アクチュエータ 52 の変位量がゼロになるような制御が行われる。結果として、中央に位置する微動アクチュエータ 52 およびヘッド 2 は、ヘッド支持機構 4 の中心線  $a$  上に位置することとなる。中央以外の微動アクチュエータ 52 は、可能性として中心線  $a$  から変位してヘッド位置決めを行う。

【0199】次に、図 29 を用いて分かりやすく動作を説明する。粗動アクチュエータ 51 によって回転軸 8 まわりに回転駆動されるヘッド支持機構 4 の先端部に複数の微動アクチュエータ 52 および各ヘッド 2 が設けられている。本発明は、ヘッド 2 の数が限定されるものではないが、ここでは、5 個のヘッド 2 と微動アクチュエータ 52 がある場合を例示する。各微動アクチュエータ 52 は、回転軸 8 まわりに中心線  $a$  に対して時計方向と反時計方向の両方に変位する。

【0200】図 29 (a) において、1 番から 5 番までの相対変位信号  $x(1) \sim x(5)$  は、比較部 102 による比較および順位番号付けの結果、 $x(1)$ ,  $x(5)$ ,  $x(2)$ ,  $x(4)$ ,  $x(3)$  の順序となる。次に、その順位が中央の中央値信号  $x(s)$  は  $x(2)$  となる。この中央値信号  $x(2)$  は複数の微動アクチュエータ 52 のうち中央に位置する微動アクチュエータ 52 (2) に対応している。中央値選択部 101 は、相対変位信号  $x(2)$  を選択し、粗動制御系 2000 に出力する。各ヘッド 2 それぞれの目標位置に向けて各微動アクチュエータ 52 が変位した中で、粗動アクチュエータ 51 と中央に位置する微動アクチュエータ 52 (2) とが協働してヘッドの位置決めを行うこととなる。最終的には、図 29 (b) に示すように、中央に位置する微動アクチュエータ 52 (2) の変位量がゼロになるよう制御され、ヘッド支持機構 4 の中心線  $a$  上に位置することとなる。ヘッド支持機構 4 は粗動アクチュエータ 51 の動作によって変位され、ヘッド 2 は微動アクチュエータ 52 の動作によってヘッド支持機構 4 に対して変位している。

【0201】中央に位置するヘッド 2 ( $s$ ) に対する目

標位置の指令が変わったとき、このヘッド 2 (s) は、微動アクチュエータ 5 2 (s) により新たな目標位置に向けて移動する。その結果、この微動アクチュエータ 5 2 (s) の相対変位信号  $x(s)$  は、中央値信号ではなくなくなることがある。その場合、中央値選択部 101 による上記同様の選択動作が改めて繰り返される。

【0202】アクセス順位などの重要度に関係なく、相対変位信号  $x(1) \sim x(N)$  の中から選択した 1 つの中央値信号  $x(s)$  に基づいて粗動アクチュエータ 5 1 の位置決め制御を行う本実施の形態のヘッド位置決め装置によれば、常に、中央に位置する微動アクチュエータ 5 2 が優先され、この中央に位置する微動アクチュエータが常にヘッド支持機構 4 の中心線 a 上に位置するように制御される。したがって、複数のディスクでトラックがウォブリングして複数のヘッド 2 の変位量および変位方向がリアルタイムかつランダムに変動しても、粗動アクチュエータ 5 1 による回転体 11 および複数のヘッド支持機構 4 の頻繁な移動は発生しにくい。例えば、トラックのウォブリングのために正方向に最大に変位しているヘッド 2 (1) が負方向に最大に変位する状態に変化しても、あるいは、負方向に最大に変位しているヘッド 2 (3) が正方向に最大に変位する状態に変化しても、その変化の結果において中央に位置することとなったヘッド 2 (s) の変位は、上記のヘッド 2 (1) やヘッド 2 (3) の変位に比べて十分に小さく、この中央に位置する微動アクチュエータ 5 2 の相対変位信号  $x$  である中央値信号  $x(s)$  に基づいた粗動アクチュエータ 5 1 によるヘッド支持機構 4 の移動制御は、より動きの少ない安定した制御となる。

【0203】そして、トラック追従動作において、図 29 (b) のように、中央に位置するヘッド 2 (2) が目標トラックに達すると、それ以降は微動アクチュエータ 5 2 (2) の変位量がゼロとなる。ヘッド 2 (2) がヘッド群の中央位置を保つ限りにおいて、微動アクチュエータ 5 2 (2) とヘッド支持機構 4 との中心線 a を基準とする直線状態は維持され、したがって、中央値信号  $x(s)$  がすでにゼロに収束していることから、粗動アクチュエータ 5 1 によるヘッド支持機構 4 の移動はなくなり、この状態で中央以外のヘッド 2 のトラック追従動作が行われる。これは、最も安定した状態でのトラック追従動作である。すなわち、振動の発生を抑制した状態での、高精度で安定したヘッドの位置決め制御が行える。

【0204】説明を繰り返す。複数ディスクのトラックナンバーが同じ複数のトラックにつき、ディスク回転中心からの距離がウォブリングのためにランダムに変化し、ディスク回転中心からの距離の順位が複数トラック間でランダムに入れ替わる可能性がある。複数トラックのうちの常に中央に位置するトラック (同じものとは限らない) を目標とするように、換言すると、複数トラック全体の占有領域 (ある幅をもち、その幅および形状は

ランダムに変化する可能性がある) の中央付近を目標とするように、ヘッド支持機構 4 を移動制御する。そして、そのときに中央に位置するヘッドが中央のトラックにオントラックするように (相対変位信号  $x$  がゼロに収束するように)、粗動アクチュエータ 5 1 と中央の微動アクチュエータ 5 2 との協働する。中央の微動アクチュエータ 5 2 とヘッド支持機構 4 とが 1 直線状態に近づく。微動アクチュエータ 5 2 も粗動アクチュエータ 5 1 も動作する。そして、中央のヘッドが中央のトラックにオントラックすると、中央の微動アクチュエータ 5 2 とヘッド支持機構 4 とが 1 直線となる。中央のヘッドの相対変位信号  $x$  はゼロとなる。このあとは、粗動アクチュエータ 5 1 によるヘッド支持機構 4 の移動はなくなる。中央以外のヘッドを微動アクチュエータ 5 2 でオントラックさせる。中央以外の微動アクチュエータ 5 2 は個別の動作となる。この間、粗動アクチュエータ 5 1 および中央の微動アクチュエータ 5 2 は動作停止であり、動作しているのは中央以外の微動アクチュエータ 5 2 だけとなり、全体の安定性がきわめて高い。この状態が、目標トラックの変更があるまで継続する。ここでは、比較例のような重要度は加味されていない。複数のヘッドは互いに平等である。

【0205】以上のように、本実施の形態によれば、粗動アクチュエータ 5 1 の動作を最小限にし、微動アクチュエータ 5 2 の動作も抑制しているので、振動の発生を抑制することができ、高精度で安定したヘッドの位置決め制御が行える。ひいては、記録/再生を良好に行うことができる。

【0206】比較例の場合に、振動発生を抑制するには、オントラック動作をより高速に行う必要がある。そのためには、微動アクチュエータを構成する圧電素子に対してより高い電圧を印加する必要がある。しかしながら、印加電圧が過剰であると、圧電素子において鉛の析出、特性劣化、さらには圧電素子破壊の問題が生じる。これについては、すでに詳しく説明したとおりである。

【0207】本発明では、圧電素子への印加電圧に制限を加えて圧電素子の特性劣化を回避する一方で、選択した中央値信号  $x(s)$  による粗動アクチュエータの制御で振動発生を抑制するという巧妙な手法をとっている。

【0208】(実施の形態 9) 本発明の実施の形態 9 を図 30 に基づいて説明する。図 30 において、実施の形態 8 と同一の構成要素については、図 28 と同一の符号を付している。本実施の形態においては、中央値選択部 101 の内部構成が図 28 とは異なっている。粗動アクチュエータ 5 1 および微動アクチュエータ 5 2 の位置決め制御を行う動作については同一である。

【0209】以下、本実施の形態の特徴部分を説明する。中央値選択部 101 に新たな構成要素として入力選択部 104 を設けている。入力選択部 104 は、各微動アクチュエータ 5 2 の相対変位信号  $x(1) \sim x(N)$



およびディスク装置全体の制御部（図示せず）による各ヘッド2に対するアクセス指令信号  $c_a(1) \sim c_a(N)$  を入力する。目標トラックに記録や再生を行う必要が生じたヘッド2に対してアクセス指令信号  $c_a$  が発せられる。これで対応するヘッド2が目標トラックにアクセス中か否かを検知できる。入力選択部104は、入力している相対変位信号  $x(1) \sim x(N)$  のうち、アクセス指令信号  $c_a$  がアクティブとなっているヘッド2を搭載した微動アクチュエータ52の相対変位信号のみを中央値選択の候補として選択し、比較部102に出力する。比較部102の動作は実施の形態8と同様である。ただし、入力選択部104によって選択された中央値選択の候補としての相対変位信号の中で処理する。選択された中央値信号  $x(s)$  は粗動制御系2000に出力される。

【0210】粗動アクチュエータ51は、目標トラックに対してアクセス中の中央の微動アクチュエータ52と協働してヘッド2の位置決めを行う。実施の形態8では、中央のヘッド2の目標位置信号Rの指令が変わったとき、新たに中央に位置することとなる微動アクチュエータ52が選択され、その微動アクチュエータ52と粗動アクチュエータ51とが協働して、次の位置決め制御を行う。これに対して、本実施の形態は次のように異なる。中央に位置するヘッド2の記録／再生の処理が終了した時点で、アクセス指令信号  $c_a$  はインアクティブとなる。アクセス指令信号  $c_a$  がインアクティブとなれば、入力選択部104での選択候補から除外される。選択候補が1つ減る。その結果、この時点で、アクセス指令が発せられているヘッド2を搭載し、中央に位置する相対変位信号  $x$  を有する微動アクチュエータ52と粗動アクチュエータ51とが協働して次の位置決め制御が行われる。記録／再生の処理が終了したヘッドは、それがオントラックしたトラック位置に留まる。このようにして、目標トラックへのアクセスが必要なヘッド2に対して、順次に位置決め制御が行われる。

【0211】すなわち、実施の形態8の制御に加えて、さらに、記録／再生の処理が終了したヘッド2については、このヘッド2は終了したトラック位置に留まる。記録／再生の処理が終了したヘッドから順番に停止する。未処理のヘッド2およびそれに対応する微動アクチュエータ52の数が次第に減少する。このため、微動アクチュエータ52が変位する頻度も低く抑えられる。

【0212】未処理のヘッド数は1つずつ減少する。したがって、ヘッド数は、奇数と偶数が交互となる。つまり、中央値信号を選択するための相対変位信号の数は、奇数と偶数が交互となる。相対変位信号の数が奇数  $(2n+1)$  のときは、 $((2n+1)+1)/2 = n+1$  が自然数であり中央のものが存在するので、中央値信号  $x(s)$  の選択は、その中央である  $n+1$  番目のものを選択すればよい。しかし、相対変位信号の数が偶数  $(2$

$n)$  のときは、 $(2n+1)/2$  が自然数ではなく中央のものが存在しない。そこで、 $n$  番目と  $n+1$  番目とが2つの中央のものとなるが、このうち、相対変位信号が小さい方を中央値信号として選択する。

【0213】記録／再生の終了したヘッドは、オントラックしていたトラック位置に留まるが、もはや粗動制御系2000への相対変位信号の候補ではなくなる。記録／再生の終了したヘッドは、粗動アクチュエータ51の制御から外す。記録／再生が未処理のヘッドのうちの中央のヘッド（偶数の場合は変位が小さい方のヘッド）の中央値信号  $x(s)$  に基づいて粗動アクチュエータ51が制御されている間、その中央のヘッドの微動アクチュエータはヘッド支持機構4の中心線  $a$  上に位置する。一方、記録／再生の終了したヘッドはオントラックしていたトラック位置に留まるように微小変位し、中心線  $a$  から外れることもある。粗動アクチュエータを制御する候補の相対変位信号を記録／再生が未処理のヘッドからのものに限定し絞り込むことにより、現に記録／再生を行っているヘッドの安定性を高める。記録／再生の終了したヘッドは微小変位してももはや記録／再生には関係しない。その他の動作については、実施の形態8と同様である。

【0214】以上の相乗により、振動の発生をさらに抑制し、高精度で安定したヘッドの位置決め制御が行え、記録再生を良好に行うことができる。また、変位の頻度が少ない分、微動アクチュエータ52の寿命が長くなる。

【0215】（実施の形態10）本発明の実施の形態10を図31、図32に基づいて説明する。図31において、実施の形態9と同一の構成要素については、図30と同一の符号を付している。本実施の形態においては、微動位置決め制御部1500の内部構成が図30と異なっている。粗動アクチュエータ51および微動アクチュエータ52の位置決め制御を行う動作については同一である。

【0216】以下、本実施の形態の特徴部分を説明する。本実施の形態は、実施の形態9の改良である。実施の形態9では記録／再生の終了したヘッドは微小変位を伴うものである。これに対して、本実施の形態では、記録／再生の終了したヘッドの変位をさらに抑制するものである。微動位置決め制御部1500に新たな構成要素として位置情報処理部105を設けている。位置情報処理部105は、ヘッド位置検出部60より、ヘッド2から読み出したサーボ情報  $s_a$  に含まれるヘッド位置信号を入力する。また、ディスク装置全体を制御するディスク制御部（図示せず）より、各ヘッド2に対するアクセス指令信号  $c_a$  および目標位置信号  $R$  を入力する。

【0217】ヘッド位置検出部60から位置情報処理部105に対して与えられるヘッド位置信号は、詳しくは、トラック位置信号  $y_t$  とバースト復調信号  $y_b$  とで

ある。ヘッド2によりディスク1から読み出すサーボ情報  $s_a$  には、アドレス情報やバースト信号が含まれている。アドレス情報はトラック番号やセクタ番号である。バースト信号はトラック追従のための信号であり、トラックとトラックとの間に形成されている。このバースト信号を利用してトラック追従制御を行い、1トラックの範囲内でヘッド2を目標位置に整定する。トラック位置信号  $y_t$  はトラック番号に相当する信号であり、バースト復調信号  $y_b$  はトラック間でのディスク半径方向の位置情報を与える信号である。位置情報処理部105は、アクセス指令信号  $c_a$  に応じてトラック位置信号  $y_t$  とバースト復調信号  $y_b$  とを処理し、微動制御系1000に出力して各微動アクチュエータ52の変位を制御する。

【0218】アクセス指令信号  $c_a$  がアクティブのときはトラック位置信号  $y_t$  が有効となり、トラック位置信号  $y_t$  とバースト復調信号  $y_b$  との協働で微動駆動信号  $u(B)$  が生成される。また、アクセス指令信号  $c_a$  がインアクティブのときはトラック位置信号  $y_t$  が無効となり、バースト復調信号  $y_b$  のみで微動駆動信号  $u(B)$  が生成される。ヘッド位置検出部60において、トラック位置信号  $y_t$  は、目標トラックまで移動させるために指示された目標位置信号  $R$  より、減算器106によって減算される。この減算による差分は、目標トラックまでのトラック誤差を示すトラック誤差信号  $Pe(B)t$  として、スイッチ107に出力される。スイッチ107は、アクセス指令信号  $c_a$  に応じて、トラック誤差信号  $Pe(B)t$  と、トラック誤差がないことを示すゼロ信号のどちらか一方を選択する。一方、バースト復調信号  $y_b$  は、減算器108に出力される。減算器108は、1つのトラック間領域内での中央位置に相当するトラック中央信号  $t_c$  よりバースト復調信号  $y_b$  を減算する。すなわち、1つのトラック間領域内で中央位置からの位置誤差をバースト誤差信号  $Pe(B)b$  として検出している。加算器109は、スイッチ107からの出力と減算器108からの出力とを、適宜レベルを合わせて加算し、加算結果を微動制御系1000に出力する。

【0219】インアクティブのアクセス指令信号  $c_a$  が発生しない場合は、実施の形態9と同様の動作を行う。微動制御系1000は、トラック位置信号  $y_t$  とバースト復調信号  $y_b$  との組み合わせで微動駆動信号  $u(B)$  を生成する。したがって、トラック位置信号  $y_t$  とバースト復調信号  $y_b$  の組み合わせは、実施の形態9の場合のヘッド位置信号  $Phd$  に相当している。

【0220】実施の形態9の場合と同様にして中央に位置するヘッド2の記録/再生の処理が終了すると、そのヘッド2に対応するアクセス指令信号  $c_a$  がインアクティブとなり、スイッチ107を切り替え、トラック位置信号  $y_t$  を無効化し、トラック誤差をゼロとする。そして、微動制御系1000はバースト復調信号  $y_b$  に基づ

いたバースト誤差信号  $Pe(B)b$  のみに基づいて微動駆動信号  $u(B)$  を生成し、微動アクチュエータ52の制御を行う。

【0221】記録/再生が未処理のヘッドのトラック追従動作の際に、次の記録/再生処理のために、隣接トラックなど別のトラックを目標トラックとして粗動アクチュエータ51の駆動によりヘッド支持機構4が移動するとする。この場合、実施の形態9では、元のトラックに追従しようとする結果、その変位量が大きくなってしまいう傾向がある。これに対して、本実施の形態においては、トラック位置信号  $y_t$  は無視し、バースト復調信号  $y_b$  に限るので、別トラックに変わっても、トラック間領域内の中央位置追従するように制御され、記録/再生の終了したヘッドの微動アクチュエータの移動が抑制される。その結果、記録/再生の終了した微動アクチュエータ52は、ヘッド支持機構4の中心線  $a$  上にほぼ位置した状態を継続することとなる。言い換えれば、記録/再生処理が指令されていない微動アクチュエータ52は、粗動アクチュエータ51による回転位置にかかわらず、すべてヘッド支持機構4の中心線  $a$  の近傍に位置する状態を継続しながら、次の処理まで待機する。ヘッド支持機構4の中心線  $a$  の近傍に位置する状態は、微動アクチュエータ52にとって機構的に最も安定した状態である。また、記録/再生の終了した微動アクチュエータ52がそれぞれオントラックしていたトラックに向けて変位することを位置情報処理部105の機能で抑制している。このため、微動アクチュエータ52の変位により振動が発生する頻度を低く抑え、高精度な位置決め状態のもとで、安定に記録/再生を行うことができる。

【0222】そして、記録/再生処理が終了した微動アクチュエータ52に対しては印加する駆動電圧のレベルが抑制されるため、微動アクチュエータを構成する圧電素子の寿命を有利にする。

【0223】なお、実施の形態8～10においては、中央値選択部101の入力信号について、これを微動アクチュエータ52の変位量を検出した相対変位信号  $x$  としているが、各微動アクチュエータをモデル化した状態推定部を設け、この状態推定部により生成された信号を相対変位信号  $x$  としてもよく、この場合も同様の効果が得られる。

【0224】（実施の形態11）本発明の実施の形態11を図33に基づいて説明する。図31、図32に示す実施の形態10の変形の実施の形態として、次のように構成してもよい。すなわち、図31における中央値選択部101から入力選択部104を省略し、実施の形態8の場合の図28に示すのと同様の中央値選択部101とし、かつ、微動位置決め制御部1500については図31、図32に示す位置情報処理部105を有する構成である。

【0225】以下、ソフトウェア構成の実施の形態につ



いて説明する。

【0226】（実施の形態12）本発明の実施の形態12を図34、図35に基づいて説明する。本実施の形態は、図28に示す実施の形態8に対応してソフトウェア構成としたものである。機構的な構成については、図26、図27と同様である。本実施の形態においては、主要な処理をマイクロプロセッサで行う。

【0227】位置決め制御部6Bは、マイクロプロセッサ110、メモリ111、メモリ111に格納されたヘッド位置決めのための制御プログラム112、共通バス113、ヘッド位置検出部114、A/D変換器115、D/A変換器116、117を備えている。ヘッド位置検出部114、A/D変換器115およびD/A変換器116は微動アクチュエータ52の数だけある。

【0228】マイクロプロセッサ110は、メモリ111に格納されている制御プログラム112に基づいて全体の制御を行う。各微動アクチュエータ52からのアナログの相対変位信号 $x(1) \sim x(N)$ を各A/D変換器115でデジタルの相対変位データに変換し、共通バス113を介してマイクロプロセッサ110に送出する。また、各ヘッド位置検出部114は、各ヘッド2からのサーボ情報を入力した上でヘッド位置データを抽出し、共通バス113を介してマイクロプロセッサ110に送出する。マイクロプロセッサ110は、上記の相対変位データ、ヘッド位置データを入力し、このデータと目標位置データに基づいて制御データを生成する。マイクロプロセッサ110は、生成した制御データを共通バス113を介してD/A変換器116、117に送出する。各D/A変換器116に対しては各微動アクチュエータ52を制御するデータを送出し、D/A変換器117に対しては粗動アクチュエータ51を制御するデータを送出する。各D/A変換器116は入力したデジタルデータをアナログの微動駆動信号 $u(B)$ に変換し、各微動アクチュエータ52を制御する。D/A変換器117は入力したデジタルデータをアナログの粗動駆動信号 $u(S)$ に変換し、粗動アクチュエータ51を制御する。

【0229】以下、制御プログラム112に基づく制御動作を図35のフローチャートに従って説明する。

【0230】ステップ200において、制御プログラム112を呼び出し、処理を開始する。ステップ201において、ヘッド位置検出部114が入力したサーボ情報から現在位置を示すヘッド位置データを読み込む。ステップ202では、目標位置データからヘッド位置データを減算し、その結果のヘッド位置誤差データを一時記憶する。ステップ203では、ヘッド位置誤差データに対して所定の位相特性および周波数特性と所定のゲインで位相補償の演算処理を行い、微動制御データとして一時記憶する。ステップ204では、微動制御データをD/A変換器116に出力する。D/A変換器116は、微動制御データに基づいた微動駆動信号 $u(B)$ を微動ア

クチュエータ52に出力する。ステップ205では、N個あるすべての微動アクチュエータ52に対して処理が終了したかどうか確認する。まだの場合は、次の微動アクチュエータ52に対して、ステップ201からの同様の処理を実行する。すべての微動アクチュエータ52に対して処理が終了した場合、次のステップに移る。以上、ステップ201からステップ205までは、微動アクチュエータ52を制御するための微動制御手段230としての機能である。

【0231】次に、ステップ206では、A/D変換器115より微動アクチュエータ52の相対変位データを読み込んで一時記憶する。ステップ207では、すべての微動アクチュエータ52に対して、相対変位データの読み込みが終了したかどうか確認する。まだの場合は、次の微動アクチュエータ52に対して、ステップ206の同様の処理を実行する。すべての微動アクチュエータ52に対して処理が終了した場合、次のステップに移る。ステップ208では、読み込んだ複数の相対変位データの大きさを比較し、大きさの順に順位付けをし、順位が中央に位置する相対変位データを中央値データとして選択する。以上、ステップ206からステップ208までは、各相対変位データより中央値データを選択するための中央値選択手段240としての機能である。

【0232】次に、ステップ209では、選択した中央値データに対して所定の位相特性および周波数特性で位相補償の演算処理を行い、粗動制御データとして一時記憶する。ステップ210では、粗動制御データをD/A変換器117に出力する。D/A変換器117は、粗動制御データに基づいた粗動駆動信号 $u(S)$ を粗動アクチュエータ51に出力する。以上、ステップ209およびステップ210は、粗動アクチュエータ51を制御するための粗動制御手段250としての機能である。

【0233】ステップ211で、ディスク装置全体を制御しているメインのプログラムに戻る。位置決め制御に関しては、シーク制御やトラックフォローイング制御などをメインのプログラムで監視している。ステップ211でメインのプログラムに戻ると、メインのプログラムは、適宜、図35に示したステップを繰り返す。これにより、各ヘッド2の位置決め制御を行う。

【0234】本実施の形態は、実施の形態8の図28の位置決め制御系モデルで説明したのと同じ動作原理に基づいており、実施の形態8と同様の効果が得られる。

【0235】（実施の形態13）本発明の実施の形態13を図34、図36に基づいて説明する。本実施の形態は、図30に示す実施の形態9に対応してソフトウェア構成としたものである。

【0236】ステップ206aでは、A/D変換器115より微動アクチュエータ52の相対変位データを読み込んで一時記憶する。次に、ステップ206bにおいて、メインプログラムで生成されたアクセス指令データ

の情報を利用して、ヘッド2を目標トラックに対してアクセス中か否かを判定し、アクセス中であれば、ステップ206cに進んで、相対変位データを一時記憶する。アクセス中でなければ、ステップ207にスキップする。ステップ207では、N個あるすべての微動アクチュエータ52に対して、相対変位データの読み込みが終了したかどうかを確認する。まだの場合は、次の微動アクチュエータ52に対して、ステップ206aからステップ207までの同様の処理を実行する。すべての微動アクチュエータ52に対して処理が終了した場合、次のステップに移る。ステップ208では、読み込んだ複数の相対変位データの大きさを比較し、大きさの順に順位付けをし、順位が中央に位置する相対変位データを中央値データとして選択する。以上、ステップ206aからステップ208までは、各相対変位データより中央値データを選択するための中央値選択手段240aとしての機能である。その他の動作については、実施の形態12と同様であるので説明を省略する。

【0237】本実施の形態は、実施の形態9の図30の位置決め制御系モデルで説明したのと同じ動作原理に基づいており、同様の効果が得られる。

【0238】（実施の形態14）本発明の実施の形態14を図34、図37に基づいて説明する。本実施の形態は、図31に示す実施の形態10に対応してソフトウェア構成としたものである。

【0239】ステップ201において、ヘッド位置検出部114が入力したサーボ情報から現在トラックを示すトラック位置データを読み込む。ステップ202aでは、目標位置データからトラック位置データを減算し、その結果のトラック位置誤差データを一時記憶する。また、サーボ情報に含まれるバースト信号からトラック内の位置誤差データを検出し、一時記憶する。ステップ202bでは、メインプログラムで生成されたアクセス指令データの情報を利用して、ヘッド2を目標トラックに対してアクセス中か否かを判定し、アクセス中でなければ、ステップ202cに進んで、トラック位置誤差データをゼロとする。アクセス中であれば、ステップ203にスキップする。ステップ203では、記憶しておいたトラック位置誤差データおよびトラック内の位置誤差データを読み出し、両者を合わせてヘッド位置誤差データとする。さらにヘッド位置誤差データに対して所定の位相特性および周波数特性と所定のゲインで位相補償の演算処理を行い、微動制御データとして一時記憶する。ステップ204では、微動制御データをD/A変換器116に出力する。D/A変換器116は、微動制御データに基づいた微動駆動信号u(B)を微動アクチュエータ52に出力する。ステップ205では、N個あるすべての微動アクチュエータ52に対して処理が終了したかどうかを確認する。まだの場合は、次の微動アクチュエータ52に対して、ステップ201からの同様の処理を実行

する。すべての微動アクチュエータ52に対して処理が終了した場合、次のステップに移る。以上、ステップ201からステップ205までは、微動アクチュエータ52を制御するための微動制御手段230aとしての機能である。また、次のステップ206aからステップ208までは、図36で示した処理と同様の処理を行う。その他の動作については、実施の形態12と同様であるので説明を省略する。

【0240】本実施の形態は、実施の形態10の図31の位置決め制御系モデルで説明したのと同じ動作原理に基づいており、実施の形態10と同様の効果が得られる。

【0241】（実施の形態15）本発明の実施の形態15を図34、図38に基づいて説明する。本実施の形態は、図33に示す実施の形態11に対応してソフトウェア構成としたものである。これは、実施の形態12の図35におけるステップ202の代わりに、実施の形態14におけるステップ202a～202cを設定したものである。

【0242】なお、上記において、制御プログラム112を格納する機械読み取り可能な記録媒体としてのメモリ111としては、ROM（リードオンリーメモリ）でもよいし、他の記録媒体からダウンロードして記憶するRAM（ランダムアクセスメモリ）でもよい。また、マイクロプロセッサと一体のメモリに制御プログラム112を格納してもよい。

【0243】また、実施の形態12～15においては、中央値選択手段で用いる相対変位データについて、微動アクチュエータ52の変位量を検出した検出信号に基づく相対変位データとして説明したが、各微動アクチュエータをモデル化した状態推定手段として機能させるステップを設け、これにより生成されたデータを相対変位データとしてもよく、この場合も同様の効果が得られる。

【0244】また、実施の形態12～15において、相対変位データの数が偶数の場合や、同一の値が生じた場合については、2つの中央値データのうち小さい方の相対変位データを中央値データとして選択するステップを設ければよい。

【0245】光ディスク装置も粗動位置決め用のステッピングモータやDCモータと微動位置決め用の光ピックアップという2ステージアクチュエータでトラッキングを行っている。光ディスク装置の場合、ロングストロークシークの場合、DCモータで粗動位置決めを行い、その後に光ピックアップが目標トラックにヘッドを追従させる。また、このときに光ピックアップが動作範囲を超えないように、光ピックアップの制御時の位置誤差のうち、DC成分がゼロになるようにDCモータを制御している。また、ここでは、トラックフォローイングや1トラックシークにおいては微動アクチュエータにヘッドの目標位置との位置誤差をフィードバックし、ヘッド変位検出信号からの信

号がゼロになるように制御し、ロングシークにおいては、高速化のために微動アクチュエータにヘッドの目標位置との位置誤差をフィードバックし、ヘッド変位検出信号からの信号より粗動アクチュエータによるヘッド移動量を演算し、移動量とヘッドの目標位置との位置誤差をフィードバックしている。微動アクチュエータの動作範囲を超えるような目標位置へのトラッキングは高速化のために、粗動アクチュエータへも目標位置を入力している。本発明は、このような光ディスク装置に適用することも可能である。

【0246】なお、上述してきた各実施の形態において、ハードウェア構成のものについては、これをマイクロコンピュータによるソフトウェア構成により実現するようにしてもよいし、逆に、ソフトウェア構成のものについては、これをハードウェア構成により実現するようにしてもよい。

【0247】

【発明の効果】本発明によれば、一方において、ディスク回転同期外乱によるヘッド位置ずれに対する補償を、微動アクチュエータではなく、粗動アクチュエータの駆動において行うように構成してあるとともに、他方において、圧電素子利用の微動アクチュエータの駆動信号のレベルを、電気化学反応による圧電素子の特性劣化が生じるしきい値以下となしてある。その結果、駆動信号レベルが高いことに起因する電気化学反応により圧電素子が腐食して特性が劣化するといった課題を解決することができる。以上の相乗効果によって、目標トラックに対するヘッドの高速高精度な位置決め機能を長期間にわたって持続させることができる。それゆえに、ひいては、高記録密度のディスク装置の実現を有効に展開できる。

【0248】また、ヘッド、微動アクチュエータ、ヘッド支持機構が複数ある場合に、アクセス順位などの重要度に関係なく、各微動アクチュエータからの複数の相対変位値の中から選択した中央値に基づいて粗動アクチュエータの制御を行うので、常に、中央に位置する微動アクチュエータが優先され、この中央の微動アクチュエータが常にホームポジションに位置するように制御する。したがって、複数のディスクでトラックがウォブリングして複数のヘッドの変位量および変位方向がリアルタイムかつランダムに変動しても、粗動アクチュエータによる複数のヘッド支持機構の頻繁な移動は発生しにくく、動きのより少ない安定した制御を行うことができる。そして、トラック追従動作において、中央に位置するヘッドが目標トラックに達すると、それ以降は微動アクチュエータの変位量がゼロとなる。中央値信号がゼロに収束し、粗動アクチュエータによるヘッド支持機構の移動はなくなり、この状態で中央以外のヘッドのトラック追従動作が行われる。これは、最も安定した状態でのトラック追従動作である。すなわち、振動の発生を抑制した状

態での、高精度で安定したヘッドの位置決め制御が行える。

【0249】オントラック動作をより高速に行って振動発生を抑制するには、微動アクチュエータを構成する圧電素子に対してより高い電圧を印加すればよいとする考え方がある。しかしながら、印加電圧が過剰であると、圧電素子において鉛の析出、特性劣化、さらには圧電素子破壊の問題が生じる。本発明では、圧電素子への印加電圧に制限を加えて圧電素子の特性劣化を回避する一方で、選択した中央値による粗動アクチュエータの制御で振動発生を抑制するという巧妙な手法をとっている。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態1のヘッド位置決め装置を含む磁気ディスク装置の概略構成図

【図2】 実施の形態1のヘッド位置決め装置の構成を示すブロック図

【図3】 実施の形態1における微動制御系の構成を示すブロック図

【図4】 実施の形態1における粗動制御系の構成を示すブロック図

【図5】 本発明の各実施の形態における微動アクチュエータを伴うヘッド支持機構の構成を示す平面図

(a)、ヘッド支持機構の側面図 (b)、微動アクチュエータの構成図 (c)、ヘッド支持機構の構成を示す底面図

【図6】 PZT素子内の酸化鉛の電気化学反応の説明図

【図7】 PZT素子の電気化学反応を示す概略図

【図8】 鉛が析出する電気化学反応における印加電圧(電位差)とPZT素子に流れる電流との関係を表す図

【図9】 PZT素子に対する印加電圧と流れる電流との関係を示す図

【図10】 PZT素子に対する印加電圧と内部の電気抵抗値との関係を示す図

【図11】 PZT素子に対する印加電圧と電界との関係を膜厚をパラメータにして表す図

【図12】 実施の形態1における回転同期外乱の特性の説明図

【図13】 実施の形態1の場合のトラックフォロ잉時のヘッド位置誤差信号の波形図 (a)、粗動アクチュエータの駆動電流の波形図 (b)、微動アクチュエータの駆動電圧の波形図 (c)

【図14】 外乱補償部を有しない比較例の場合のトラックフォロ잉時のヘッド位置誤差信号の波形図 (a)、粗動アクチュエータの駆動電流の波形図 (b)、微動アクチュエータの駆動電圧の波形図 (c)

【図15】 本発明の実施の形態2のヘッド位置決め装置を含む磁気ディスク装置の概略構成図

【図16】 本発明の実施の形態3のヘッド位置決め装置を含む磁気ディスク装置の概略構成図

【図 17】 本発明の実施の形態 4 のヘッド位置決め装置を含む磁気ディスク装置の概略構成図

【図 18】 本発明の実施の形態 5 のヘッド位置決め装置を含む磁気ディスク装置の概略構成図

【図 19】 本発明の実施の形態 6 のヘッド位置決め装置を含む磁気ディスク装置の概略構成図

【図 20】 本発明の実施の形態 7 のヘッド位置決め装置を含む磁気ディスク装置の概略構成図

【図 21】 実施の形態 7 のヘッド位置決め装置の構成を示すブロック図

【図 22】 実施の形態 7 における微動制御系の構成を示すブロック図

【図 23】 実施の形態 7 における粗動制御系の構成を示すブロック図

【図 24】 本発明の実施の形態 7 の変形の実施の形態のヘッド位置決め装置を含む磁気ディスク装置の概略構成図

【図 25】 実施の形態 7 の変形の実施の形態のヘッド位置決め装置の構成を示すブロック図

【図 26】 本発明の実施の形態 8 のヘッド位置決め装置の概略構成図

【図 27】 実施の形態 8 のヘッド位置決め装置を搭載した磁気ディスク装置の概略のブロック図

【図 28】 実施の形態 8 のヘッド位置決め装置の構成を示すブロック図

【図 29】 実施の形態 8 のヘッド位置決め装置の動作説明図

【図 30】 本発明の実施の形態 9 のヘッド位置決め装置の構成を示すブロック図

【図 31】 本発明の実施の形態 10 のヘッド位置決め装置の構成を示すブロック図

【図 32】 実施の形態 10 の微動位置決め制御部の構成を示すブロック図

【図 33】 本発明の実施の形態 11 のヘッド位置決め装置の構成を示すブロック図

【図 34】 実施の形態 12 のヘッド位置決め装置を搭載した磁気ディスク装置の概略のブロック図

【図 35】 実施の形態 12 のヘッド位置決め装置の機能構成を示すフローチャート

【図 36】 実施の形態 13 のヘッド位置決め装置の機能構成を示すフローチャート

【図 37】 実施の形態 14 のヘッド位置決め装置の機能構成を示すフローチャート

【図 38】 実施の形態 15 のヘッド位置決め装置の機能構成を示すフローチャート

【図 39】 比較例のヘッド位置決め装置を搭載した磁気ディスク装置の概略のブロック図

【図 40】 ヘッドおよび微動アクチュエータが 1 つの場合の動作説明図 (a)、比較例の場合の動作説明図 (b)

【図 41】 第 1 の従来例における概略構成図

【図 42】 第 2 の従来例における概略構成図

【図 43】 第 3 の従来例における概略構成図

【符号の説明】

1 磁気ディスク (情報記録ディスク)

2 磁気ヘッド

3 ヘッドスライダ

4 ヘッド支持機構

5 位置決め機構

10 51 粗動アクチュエータ

52 微動アクチュエータ

6, 6A 位置決め制御部

7 スピンドルモータ

8 回転軸

9 フレクシャ

10 磁気ディスク装置筐体

11 回転体

60 ヘッド位置検出部

61 状態推定部

20 611 VCM状態推定部

612 MA状態推定部

62 微動制御部

63 粗動制御部

64 微動駆動部

65 粗動駆動部

66 駆動信号制限部

67 回転同期外乱補償部

68 回転同期誤差測定部

69 同期外乱補償調節部

30 70 高周波フィルタ

71 低周波フィルタ

72 定常偏差補償調節部

81 回転同期外乱補償部

82 回転同期誤差測定部

83 同期外乱補償調節部

101 中央値選択部

102 比較部

103 選択部

104 入力選択部

40 105 位置情報処理部

110 マイクロプロセッサ

111 メモリ

112 制御プログラム

113 共通バス

114 位置検出部

115 A/D変換器

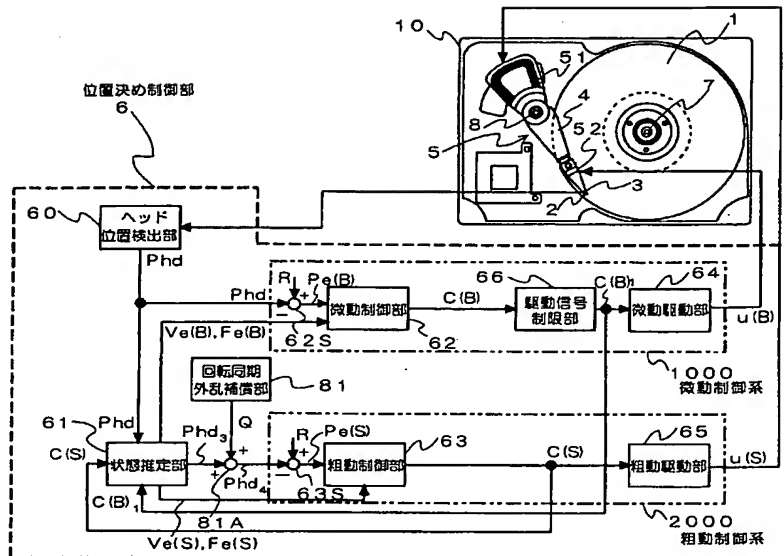
116, 117 D/A変換器

1000 微動制御系

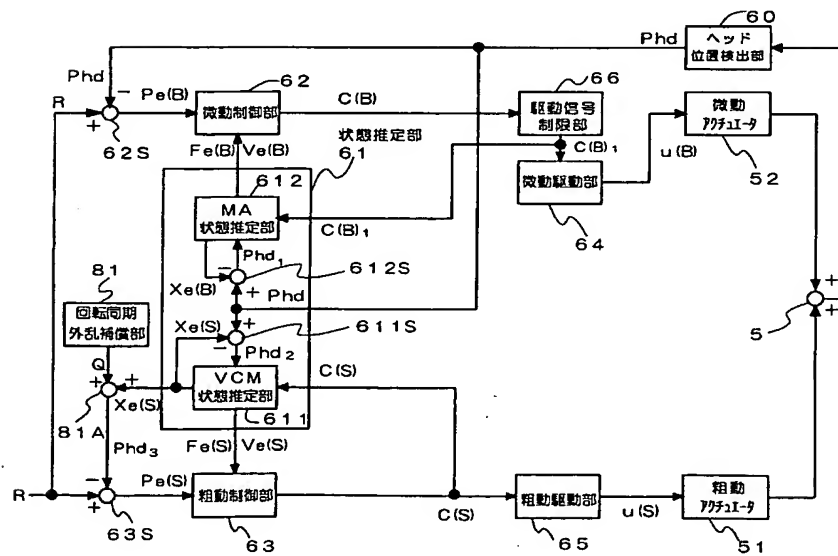
1500 微動位置決め制御部

50 2000 粗動制御系

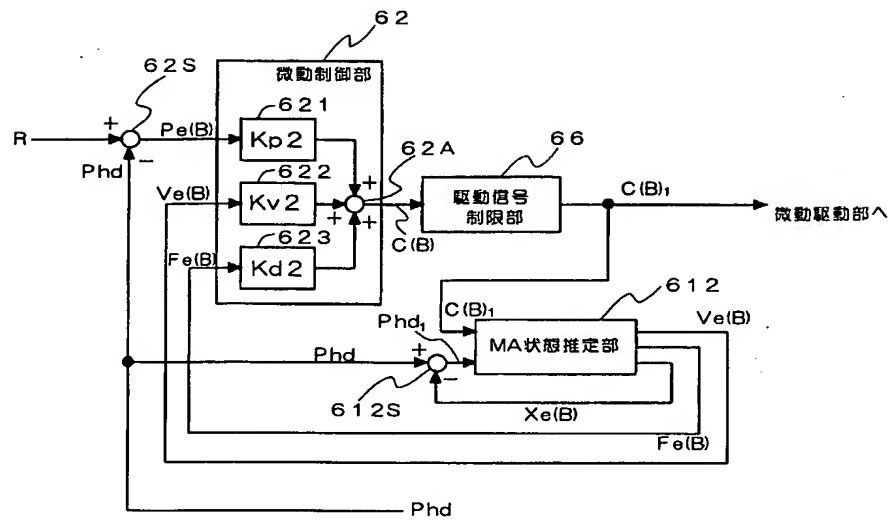
【図1】



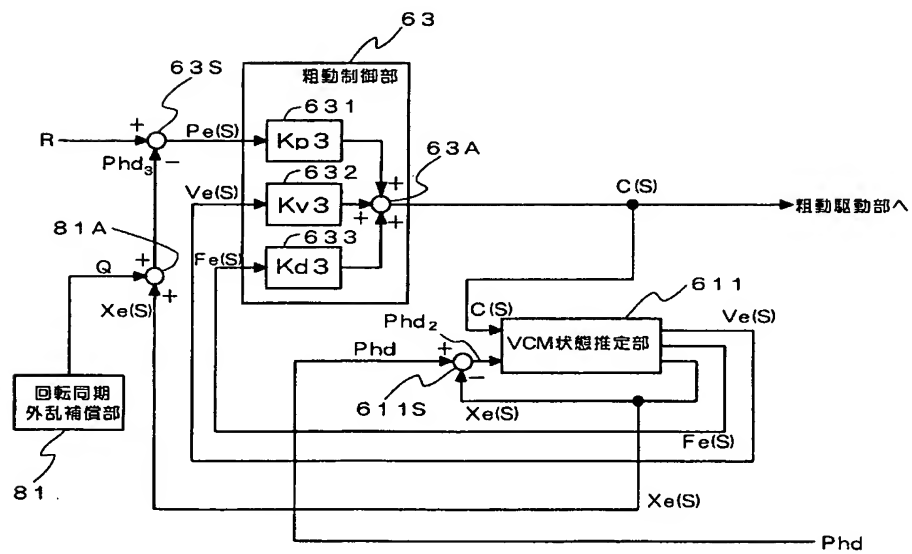
【図2】



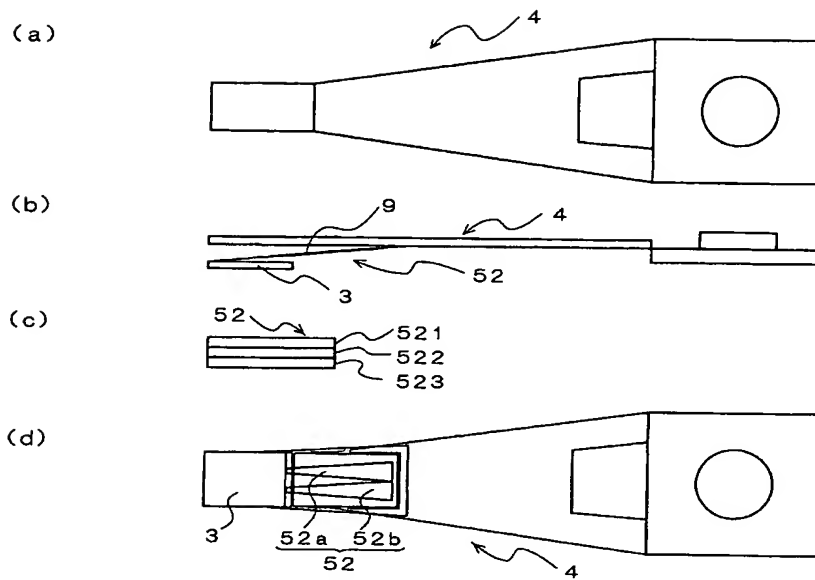
【図3】



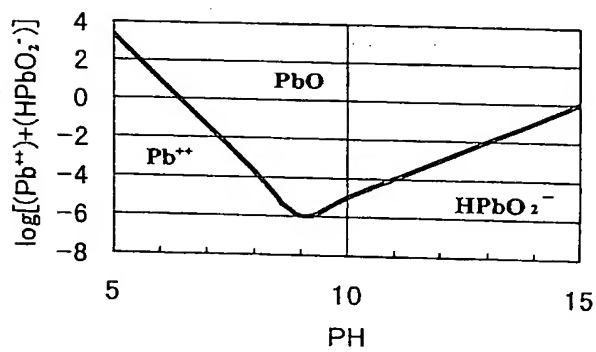
【図4】



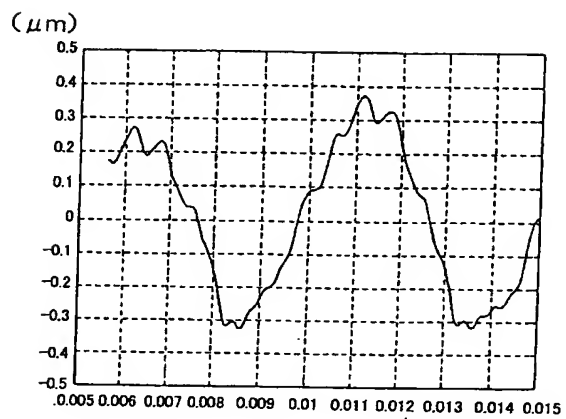
【図5】



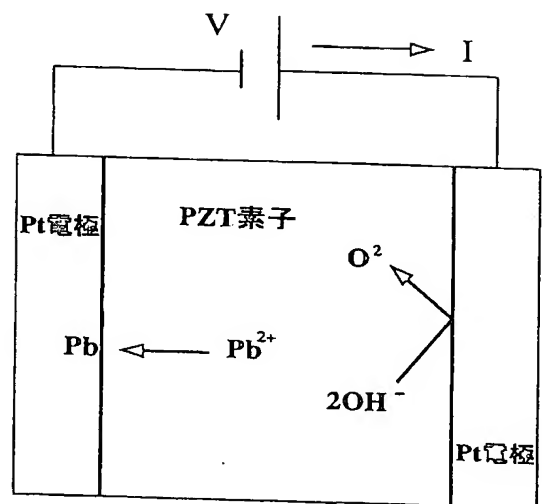
【図6】



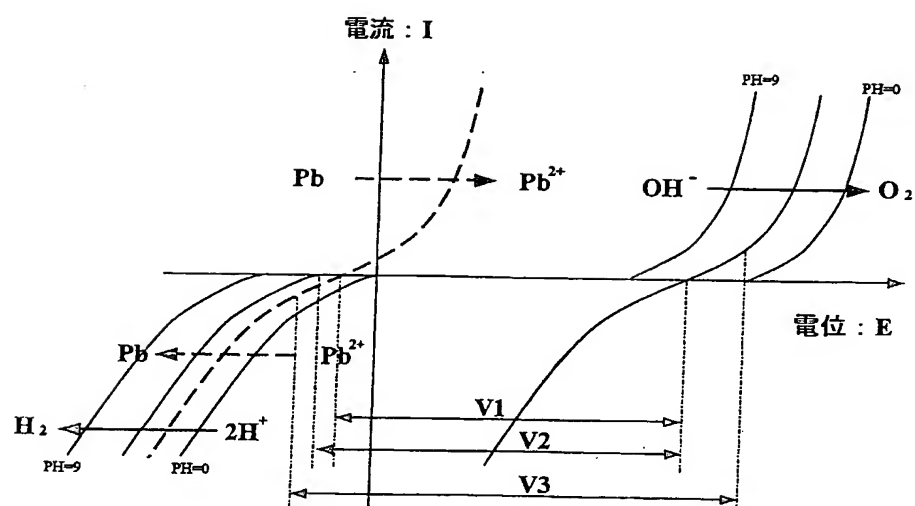
【図12】



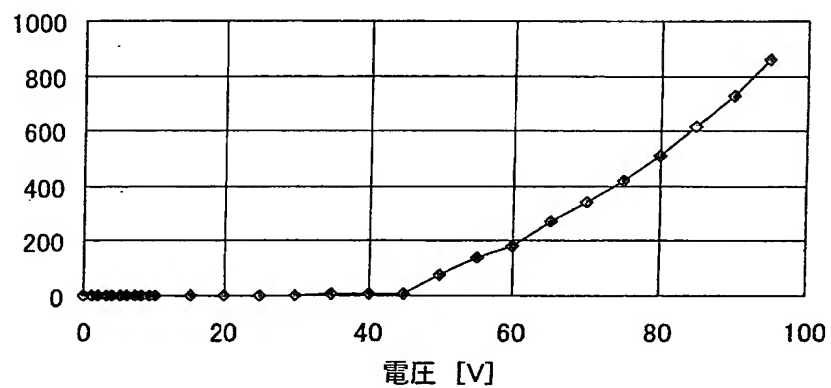
【図7】



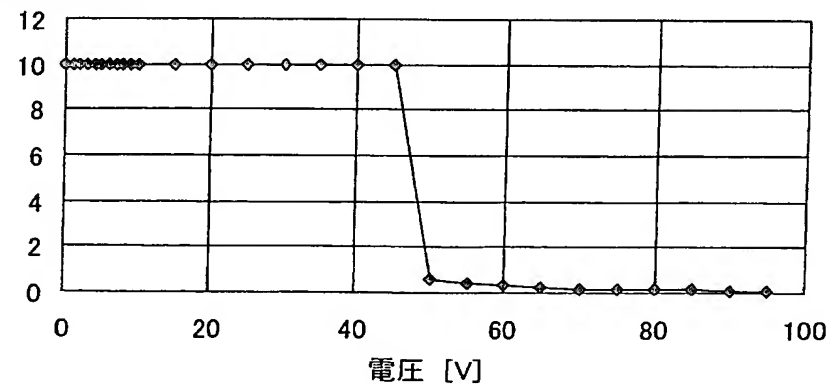
【図 8】



【図 9】

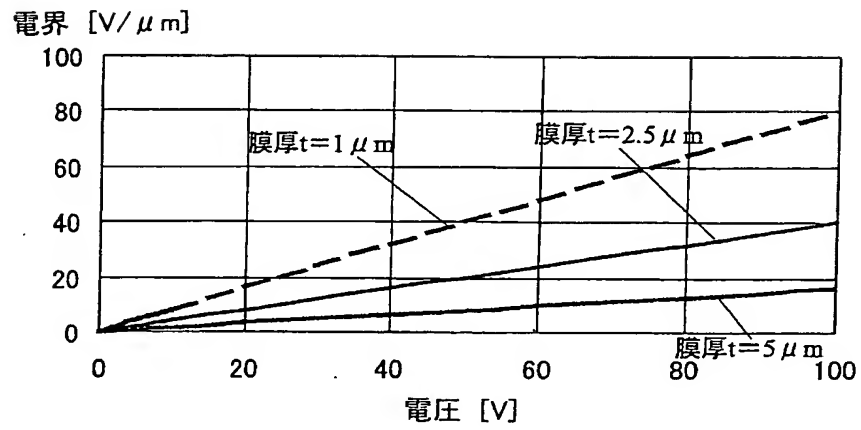
電流 [ $\mu\text{A}$ ]

【図 10】

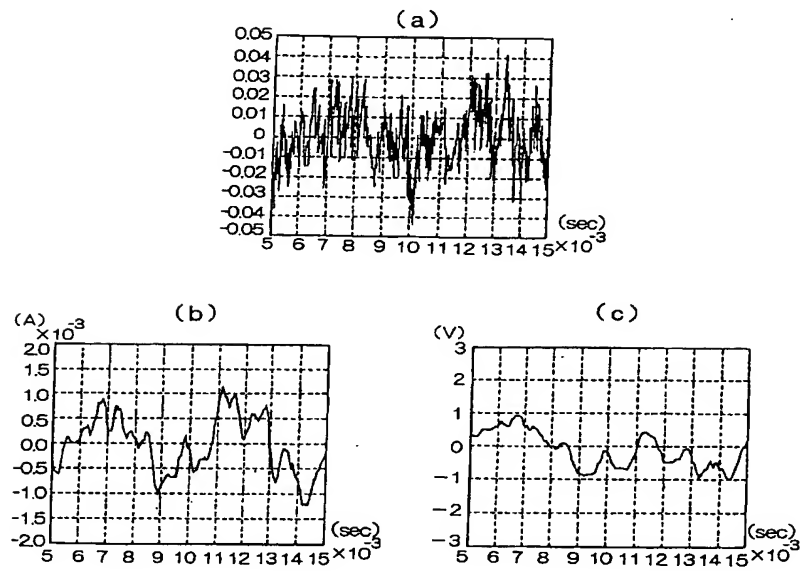
抵抗 [ $\text{M}\Omega$ ]



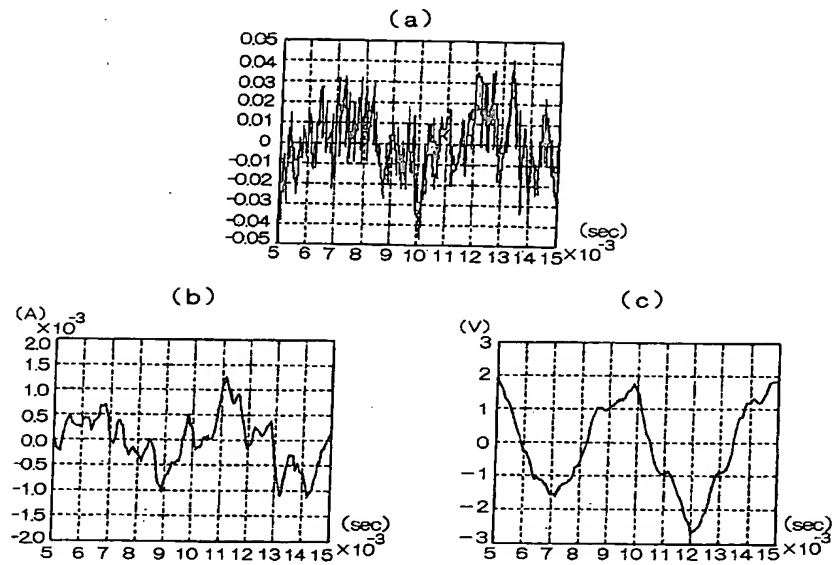
【図11】



【図13】



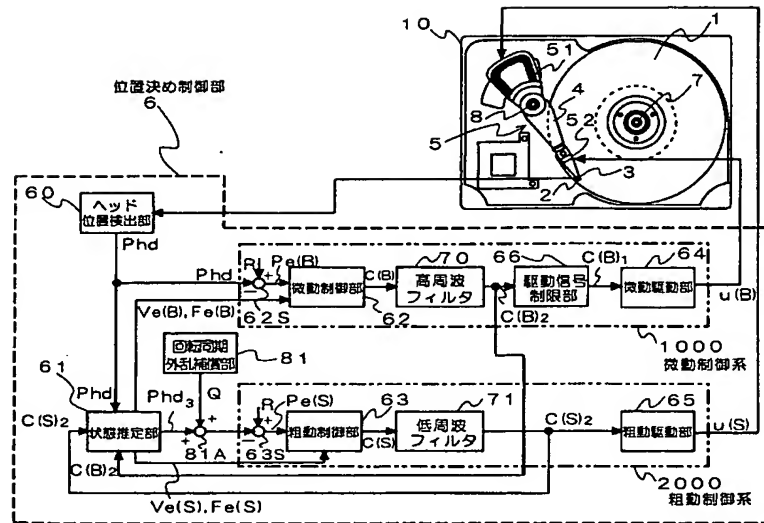
(a)



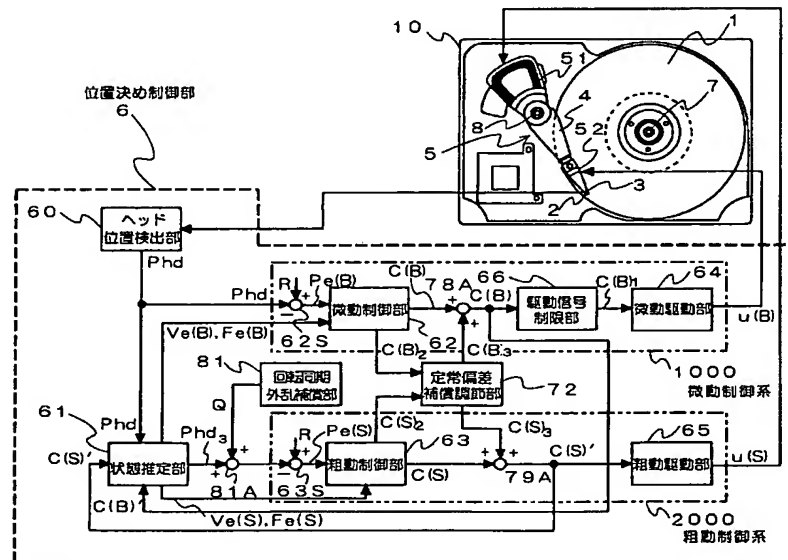
[illegible]

The diagram illustrates a disc drive system. At the top right, a mechanical assembly (10) is shown, including a disc (1), a spindle (2), a motor (3), a pickup (4), and a lens (5). The pickup is positioned over the disc surface. The system is controlled by a position decision control unit (6) and a head (7A). The control system is divided into two main loops: a microcontroller loop (1000) and a servo loop (2000). The microcontroller loop (1000) includes a position detection unit (81), a position output unit (60), a microcontroller (66), and a microcontroller driver (64). The servo loop (2000) includes a position detection unit (81), a position output unit (60), a servo signal limiter (65), and a servo driver (65). The control signals are processed through various summing junctions and integrators, with feedback from the disc position and velocity. The microcontroller loop (1000) and the servo loop (2000) are interconnected, sharing signals like  $Q(B)_1$  and  $Q(S)_1$ .

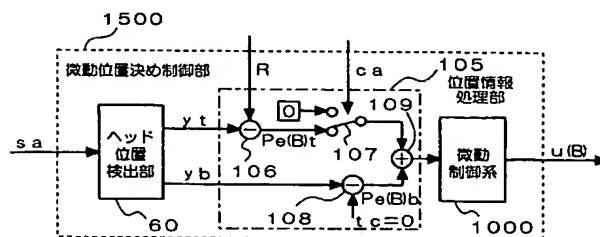
【図 18】



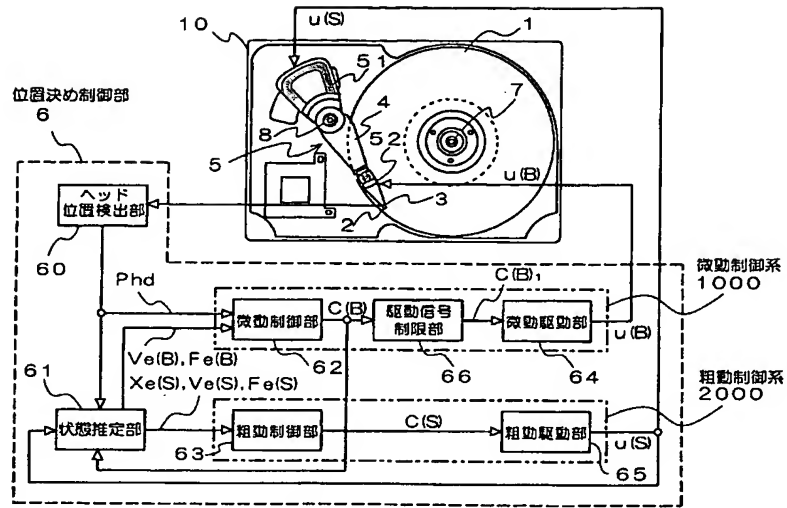
【図 19】



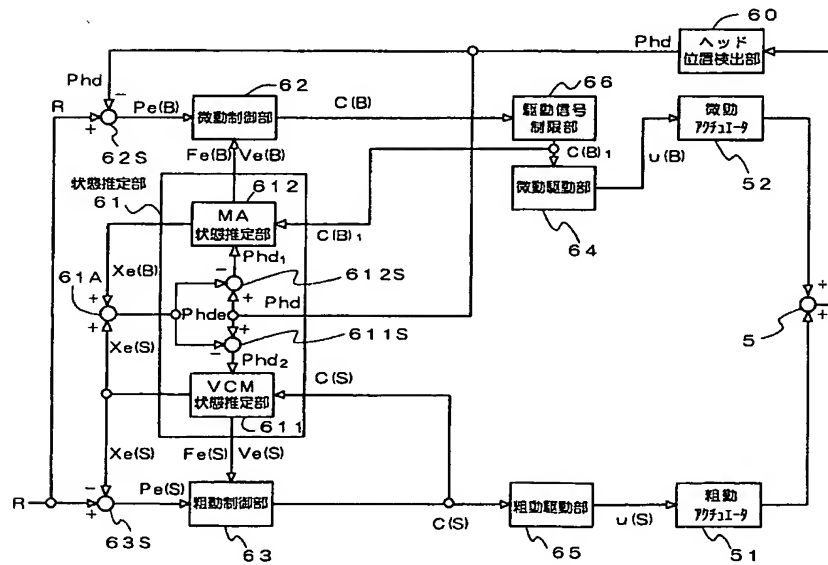
【図 32】



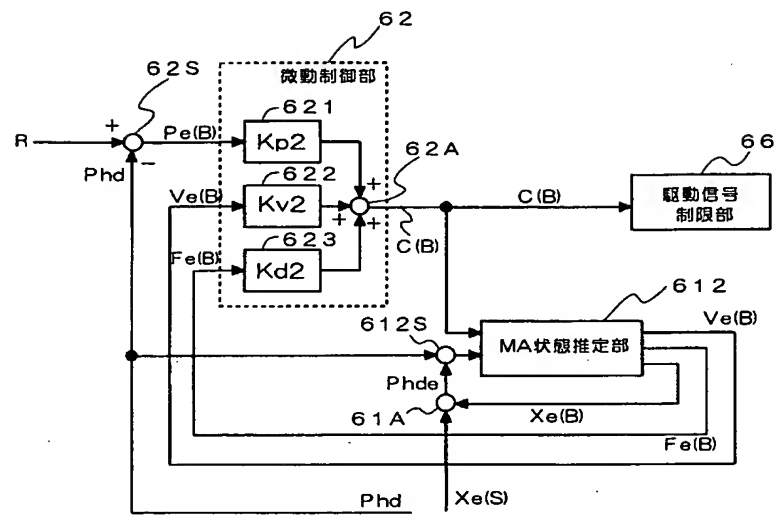
【図 20】



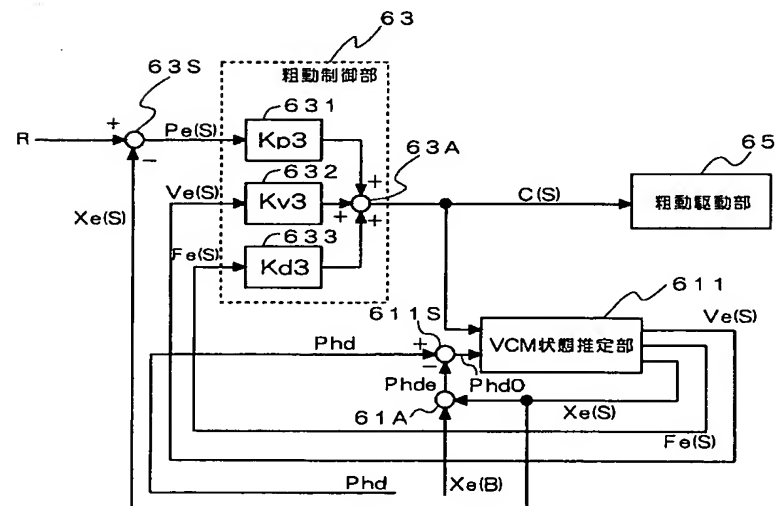
【図 21】



【図 22】

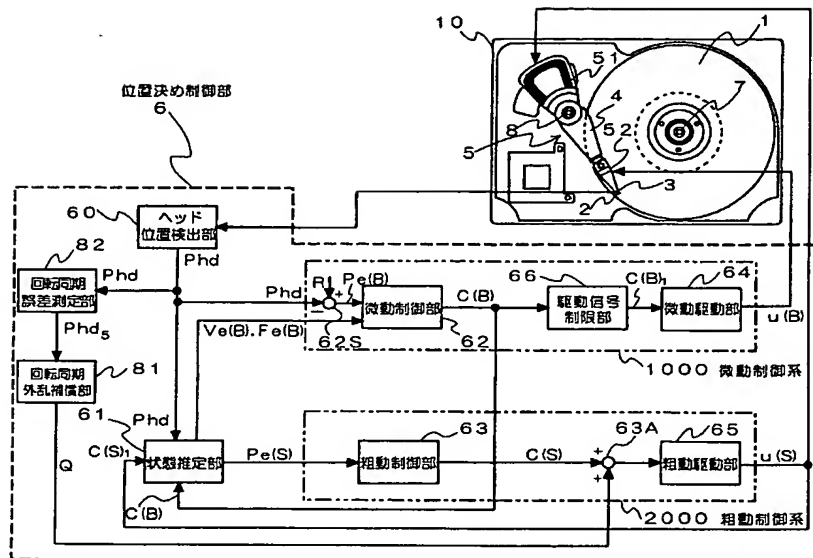


【図 23】

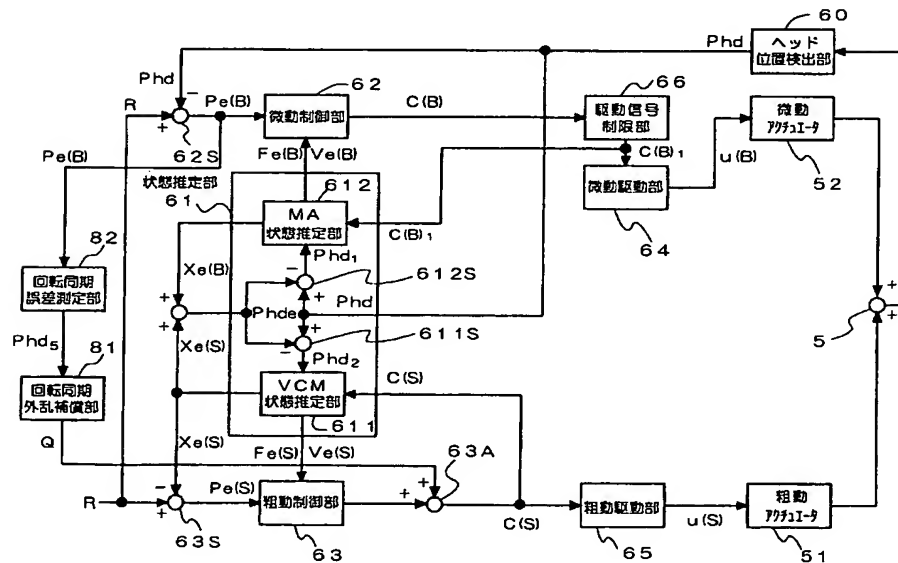




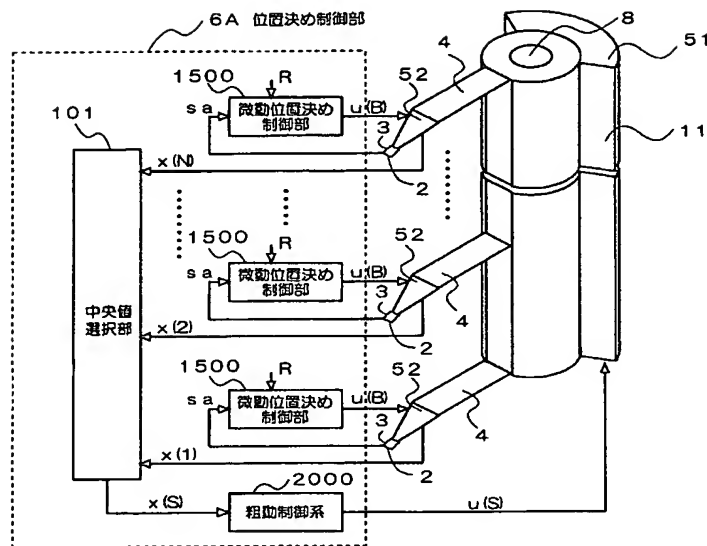
【図 24】



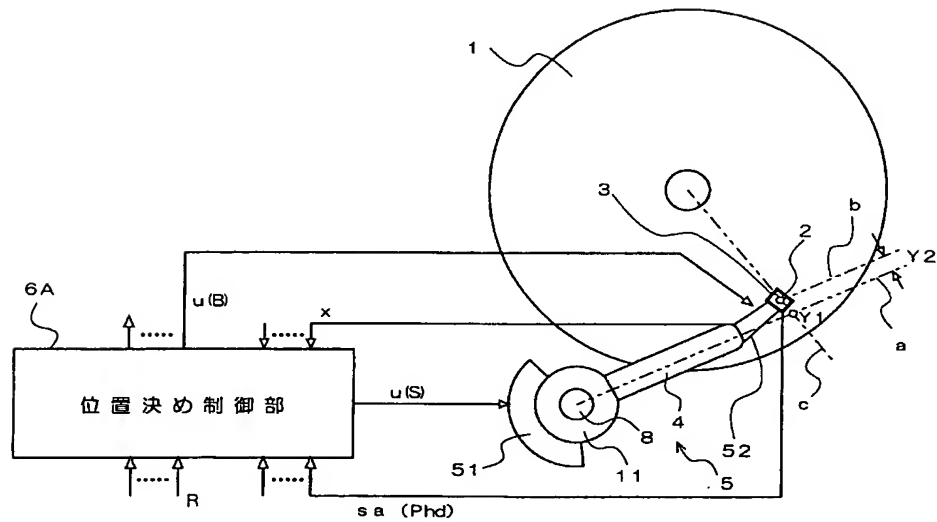
【図 25】



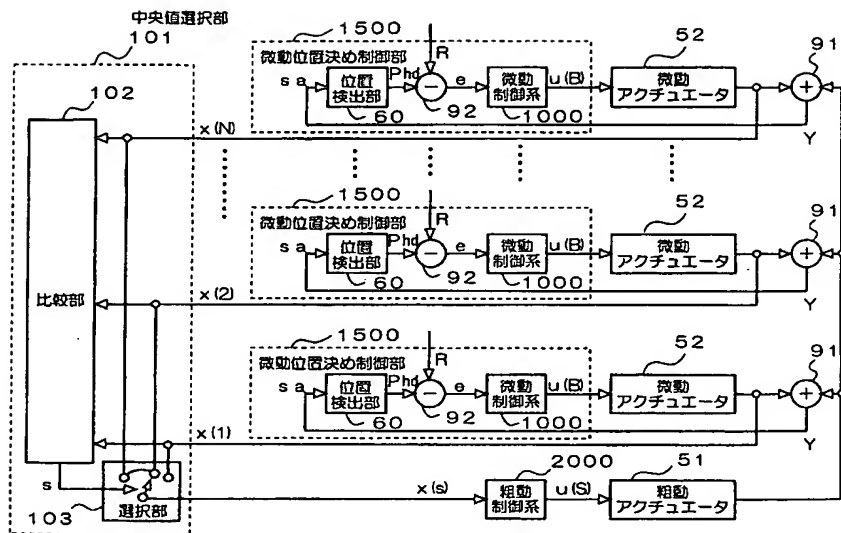
【図26】



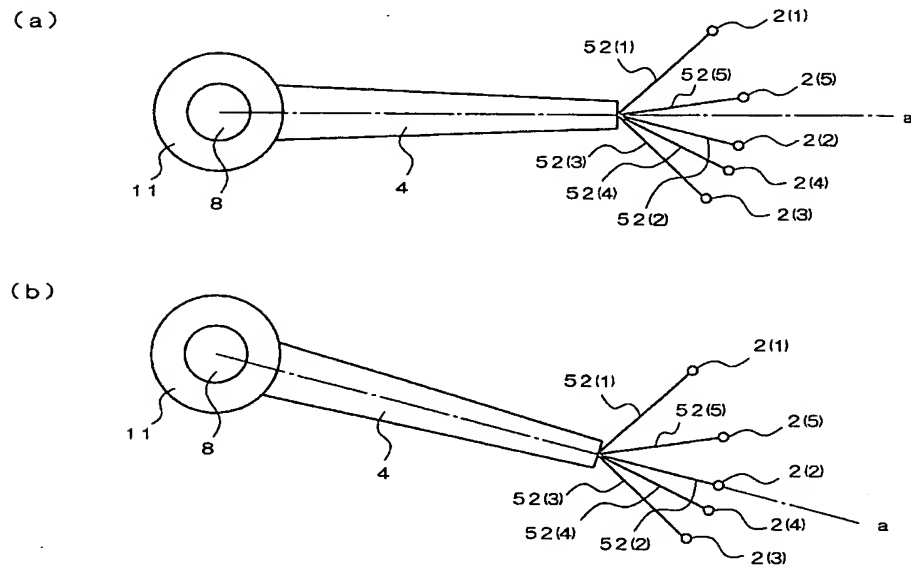
【図27】



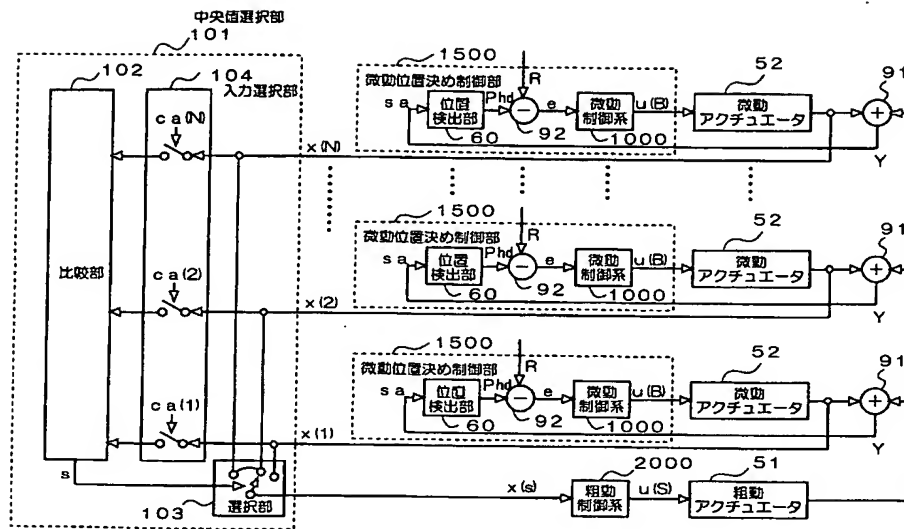
【図 28】



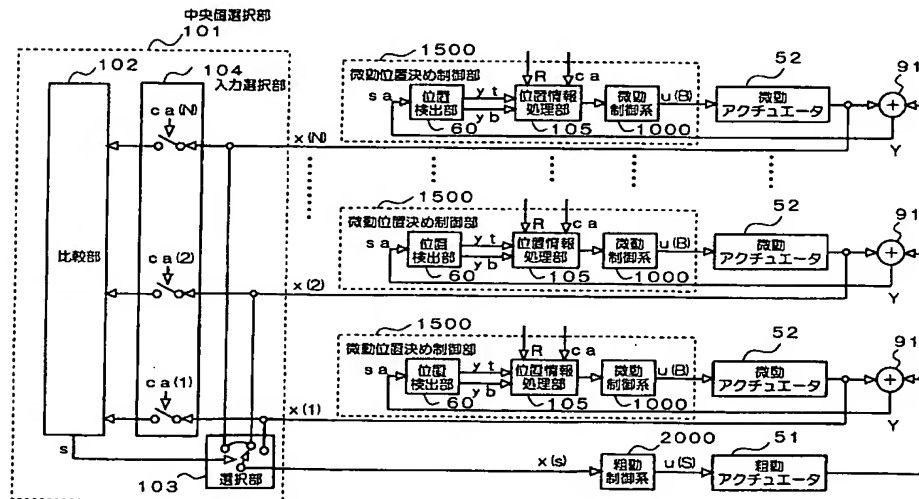
【図 29】



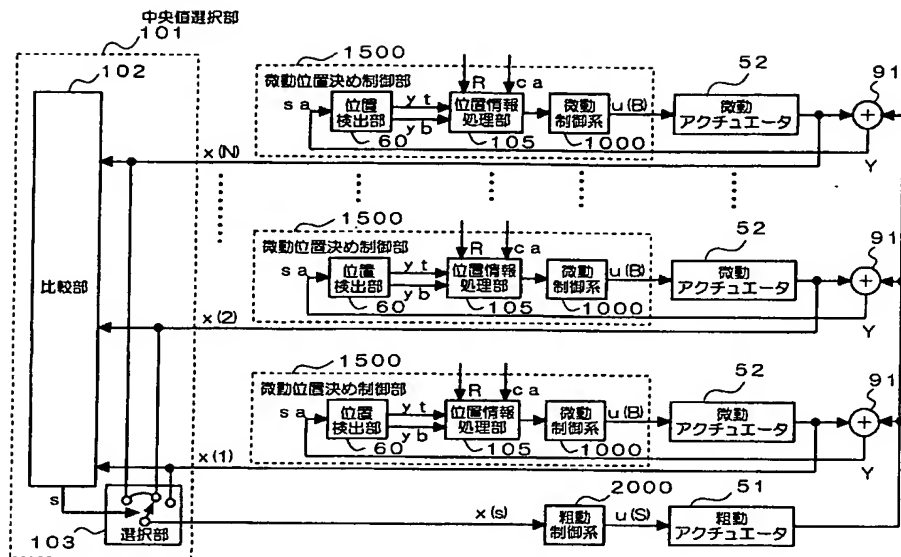
【図30】



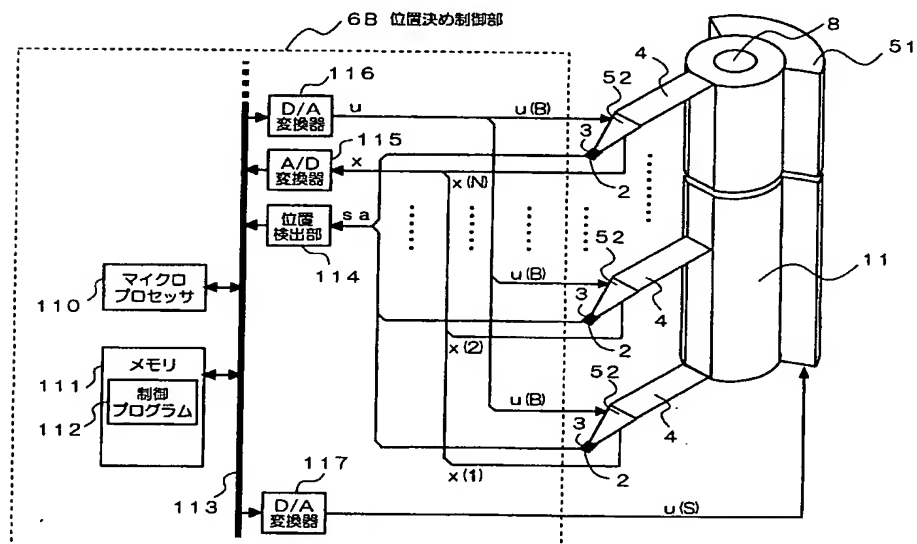
【図31】



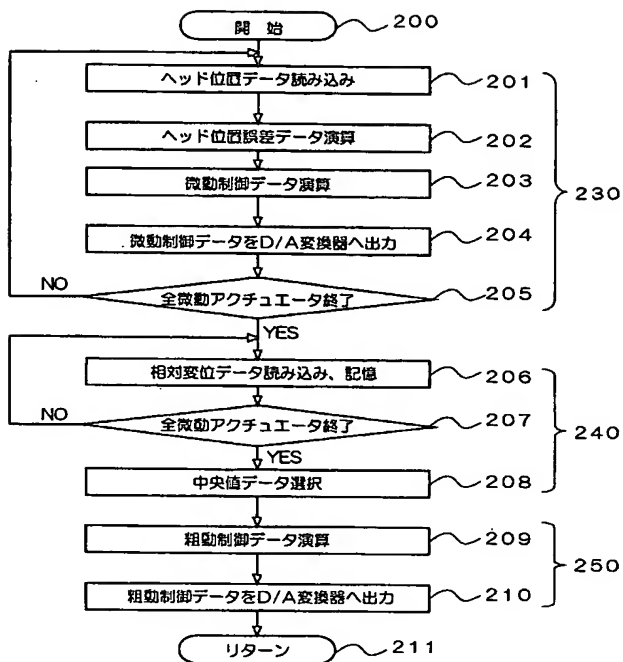
【図33】



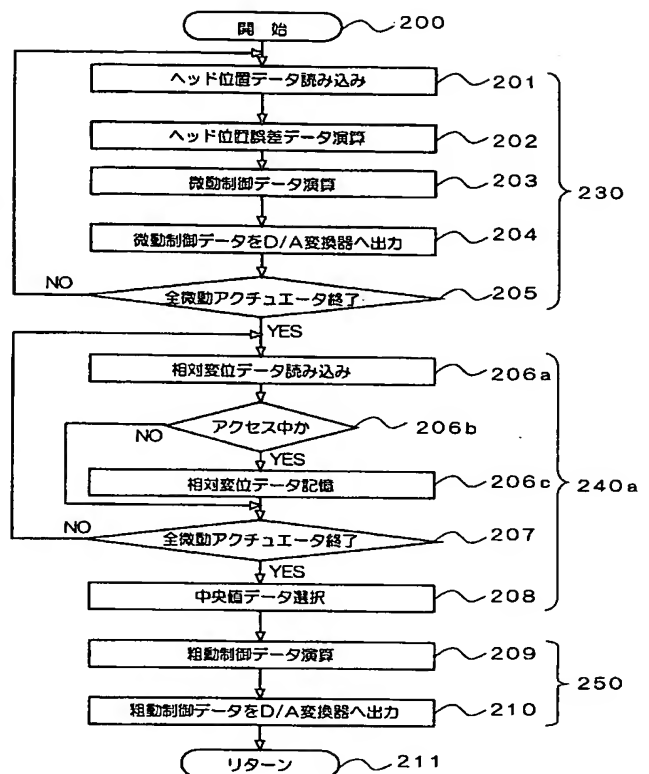
【図34】



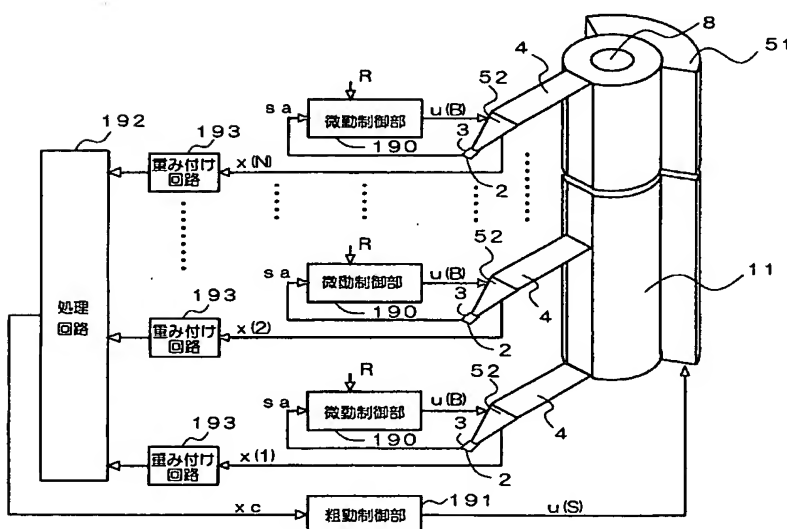
【図35】



【図36】

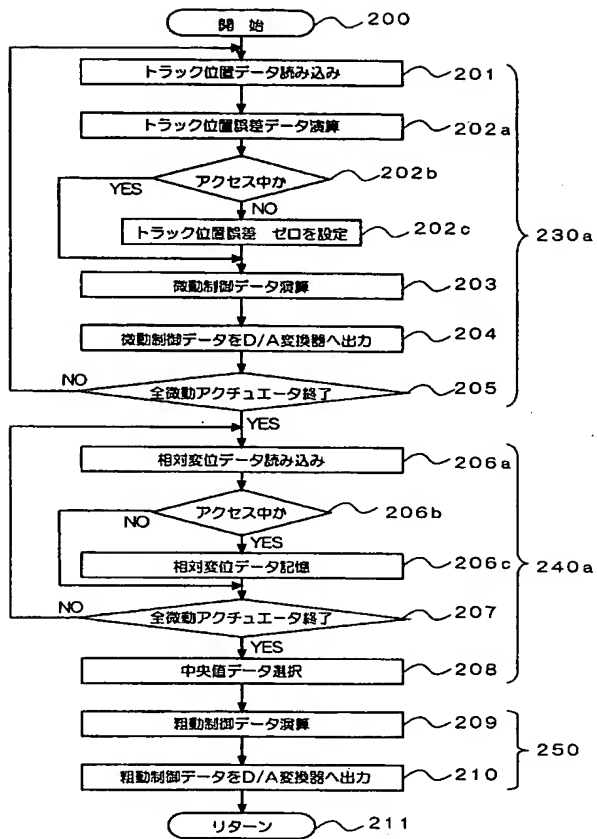


【図39】

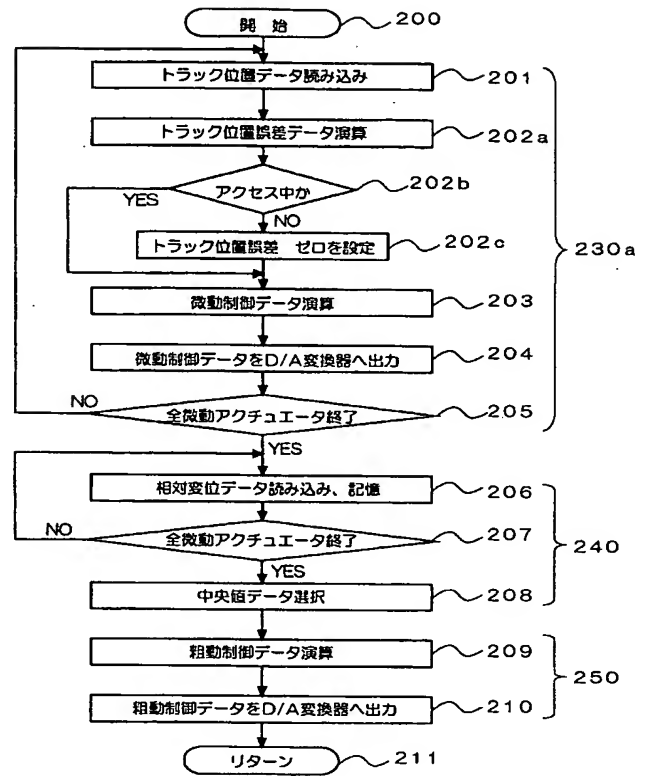




【図 37】

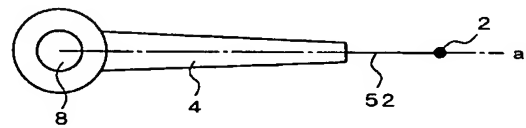


【図 38】

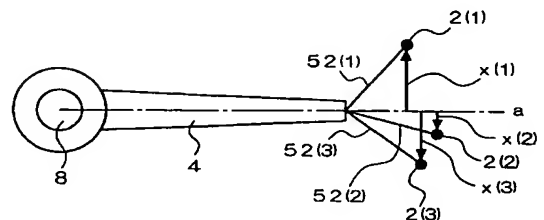


【図 40】

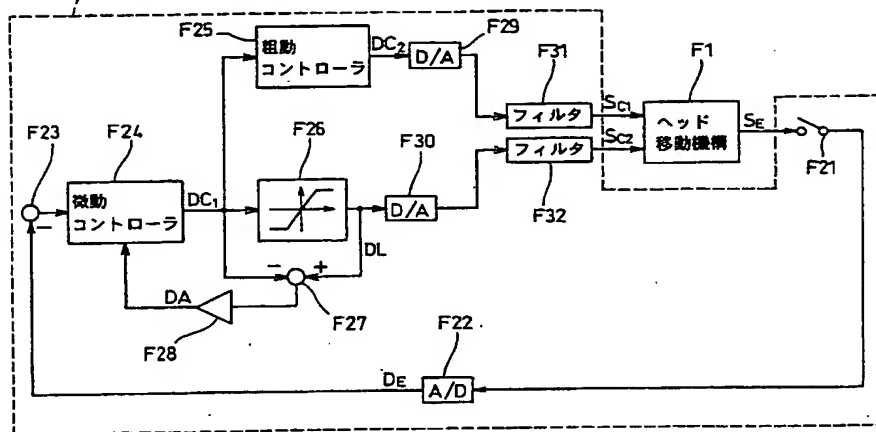
(a)



(b)



**F 2 : 位置決め制御装置**



(S ; ラプラス演算子)

Figure 1 is a block diagram of a control system. The system includes the following components and signal flows:

- Position Decision Command**: Input to the **Target Position Setter (G32)**.
- Target Position Setter (G32)**: Outputs **Position Signal p** to the **Position Error Calculator (G31)**.
- Position Error Calculator (G31)**: Receives **Position Signal p** and **Target Value** (input from the **Target Position Setter**). It outputs the **Position Error Signal a**.
- Controller (G33)**: Receives the **Position Error Signal a** and outputs the **Feedback Control Signal f**.
- Feedback Summing Junction (+)**: Receives the **Feedback Control Signal f** and the **Position Error Signal a**. It outputs the **Current Command c**.
- Bias Measurement Detector (G36)**: Receives the **Position Error Signal a** and outputs **a** and **b** to the **Bias Correction Coefficient Calculator (G37)**.
- Bias Correction Coefficient Calculator (G37)**: Receives **a** and **b** and outputs **A** and **B** to the **Bias Correction Coefficient Memory (G38)**.
- Bias Correction Coefficient Memory (G38)**: Stores **A** and **B** and outputs them to the **Bias Correction Coefficient Calculator (G34)**.
- Bias Correction Coefficient Calculator (G34)**: Receives **A** and **B** and outputs the **Bias Correction Value u(N)**.
- Bias Correction Value u(N)**: Added to the **Feedback Control Signal f** at the **Feedback Summing Junction (+)** to produce the **Current Command c**.

The diagram also includes the following mathematical expressions:

- $a = \sum (a \cos(N))$
- $b = \sum (a \sin(N))$
- $A = A + K_a \cdot a$
- $B = B + K_b \cdot b$
- $u(N) = -A \cos(N) + B \sin(N)$

フロントページの続き

(72) 発明者 稲治 利夫  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

Fターム(参考) 5D042 LA01 MA15  
5D059 AA01 BA01 CA18 DA19 EA08  
5D096 NN03 NN07